



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA GRIFERÍA INDUSTRIAL Y  
COMERCIAL NC S.R.L., LIMA, 2017.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**GERSON PAOLO CORONEL CORONEL**

**ASESOR:**

**MGTR. DANIEL RICARDO SILVA SIU**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA**

**LIMA - PERÚ**

**2017**

## **PAGINA JURADOS**

Tesis de grado para optar por el grado de ingeniero industrial, presentada a la escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo

Aprobado por:

- MGTR. CARRIÓN NIN, JOSÉ LUIS .....
- MGTR. RODRIGUEZ ALEGRE, LINO ROLANDO .....
- MGTR. SILVA SIU, DANIEL RICARDO .....

## **DEDICATORIA**

A Dios, mi familia, los que se fueron y los que están, a todos los compañeros que de verdad quieren salir adelante y a todas las personas que de alguna u otra manera tuvieron que ver con mi aprendizaje a lo largo de este camino.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi profundo agradecimiento a todos los profesores y en especial a los asesores que he tenido de principio a fin de carrera. Mi más grande agradecimiento a la organización Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L. por su apoyo y paciencia a lo largo de este duro camino universitario.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Gerson Paolo Coronel Coronel con DNI N° 46794793, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

**Lima, 05 de Julio del 2017**

---

**Gerson Paolo Coronel Coronel**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada “Distribución de planta para la mejora de productividad en la empresa Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L., Lima, 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Gerson Paolo Coronel Coronel

## ÍNDICE

Carátula.....	i
Página del jurado.....	ii
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación .....	vi
Índice.....	vii
Resumen.....	xiv
Abstract .....	xv
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática .....	2
1.1.1.Tormenta de ideas .....	3
1.1.2.Diagrama de Ishikawa.....	4
1.1.3.Diagrama de Pareto.....	5
1.2. Trabajos previos.....	7
1.2.1.Antecedentes Nacionales .....	7
1.2.2.Antecedentes Internacionales.....	9
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	11
1.3.1.Distribución de planta .....	11
1.3.2.Factores que afectan la distribución.....	15
1.3.3.Productividad .....	19
1.3.4.Factores que afectan la productividad.....	22
1.3.5.Métodos y herramientas .....	24
1.4. Formulación del problema .....	32
1.4.1.Problema general.....	32
1.4.2.Problemas específicos .....	32
1.5. Justificación del estudio.....	32
1.5.1.Justificación teórica.....	32
1.5.2.Justificación práctica.....	33
1.5.3.Justificación Social .....	33
1.6. Hipótesis .....	34
1.6.1.Hipótesis general.....	34
1.6.2.Hipótesis específicas .....	34
1.7. Objetivos.....	34

1.7.1.Objetivo general.....	34
1.7.2.Objetivos específicos .....	34
<b>2. MÉTODO .....</b>	<b>35</b>
2.1. Diseño de investigación .....	35
2.2. Variables, operacionalización .....	36
2.3. Población y muestra.....	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
2.5. Validez y confiabilidad.....	38
2.6. Desarrollo de la Propuesta .....	39
2.6.1.Situación actual.....	39
2.6.2.Aplicación de las herramientas de distribución de planta .....	47
2.6.3.Estudio de aplicación de la mejora .....	56
2.6.4.Cronograma de implementación de la mejora .....	60
2.6.5.Aplicación física de la mejora.....	61
2.6.6.Resultados de la mejora .....	64
2.6.7.Análisis económico financiero .....	67
2.7. Aspectos Éticos.....	70
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>71</b>
3.1. Análisis descriptivo.....	71
3.2. Análisis Inferencial .....	73
<b>4. DISCUSIÓN .....</b>	<b>82</b>
<b>5. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>83</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>89</b>
<b>Anexo N° 01</b> Análisis de productividad 2016 .....	<b>90</b>
<b>Anexo N° 02</b> Matriz de consistencia.....	<b>92</b>
<b>Anexo N° 03</b> Cartas de presentación .....	<b>93</b>
<b>Anexo N° 04</b> Definición conceptual de variable independiente .....	<b>97</b>
<b>Anexo N° 05</b> Definición conceptual de variable dependiente .....	<b>98</b>
<b>Anexo N° 06</b> Instrumentos de medición para distribución de planta.....	<b>99</b>
<b>Anexo N° 07</b> Certificado de validez del instrumento 1 .....	<b>100</b>



<b>Anexo N° 08</b>	Instrumentos de medición para distribución de planta – Pre .....	104
<b>Anexo N° 09</b>	Instrumentos de medición para distribución de planta – Post.....	105
<b>Anexo N° 10</b>	Instrumento para medición para productividad .....	106
<b>Anexo N° 11</b>	Certificado de validez del instrumento 2 .....	107
<b>Anexo N° 12</b>	Instrumento para medición para productividad - Pre .....	111
<b>Anexo N° 13</b>	Instrumento para medición para productividad - Post .....	112
<b>Anexo N° 14</b>	Evidencias Gráficas .....	113
<b>Anexo N° 15</b>	Tabla Estudio de tiempos por actividades – Antes de mejora (Segundos) .....	117
<b>Anexo N° 16</b>	Tabla Estudio de tiempos por actividades – Antes de mejora (Minutos) .....	118
<b>Anexo N° 17</b>	Tabla Estudio de tiempos por actividades – Después de mejora (Segundos) .....	119
<b>Anexo N° 18</b>	Tabla Estudio de tiempos por actividades – Después de mejora (Minutos) .....	120
<b>Anexo N° 19</b>	Layout en planta de planta industrial – Antes de mejora.....	121
<b>Anexo N° 20</b>	Layout de traslados en planta industrial – Antes de mejora.....	122
<b>Anexo N° 21</b>	Vista en planta de planta industrial – Antes de mejora.....	123
<b>Anexo N° 22</b>	Vista isométrica de planta industrial – Antes de mejora.....	124
<b>Anexo N° 23</b>	Layout en planta de planta industrial – Después de mejora.....	125
<b>Anexo N° 24</b>	Layout de traslados en planta industrial – Después de mejora .....	126
<b>Anexo N° 25</b>	Vista en planta de planta industrial – Después de mejora.....	127
<b>Anexo N° 26</b>	Vista isométrica de planta industrial – Después de mejora.....	128

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01:</b> Enumeración de problemas.....	5
<b>Tabla N° 02:</b> Valorización de problemas .....	5
<b>Tabla N° 03:</b> Matriz de Operacionalización de las variables .....	36
<b>Tabla N° 04:</b> Diagrama DAP – Antes de Mejora.....	43
<b>Tabla N° 05:</b> Estudio de tiempos por actividades – Antes de mejora (Segundos) .....	44
<b>Tabla N° 06:</b> Estudio de tiempos por actividades – Antes de mejora (Minutos) .....	45
<b>Tabla N° 07:</b> Método GUERCHET en Almacén Materia Prima .....	47
<b>Tabla N° 08:</b> Método GUERCHET en área de Producción .....	47
<b>Tabla N° 09:</b> Método GUERCHET en Almacén de Producto Terminado.....	48
<b>Tabla N° 10:</b> Resumen de Áreas requeridas y actuales.....	48
<b>Tabla N° 11:</b> Cuadro de distancias – Antes de mejora.....	49
<b>Tabla N° 12:</b> Cuadro de Tiempo de Ciclo – Antes de mejora.....	49
<b>Tabla N° 13:</b> Resumen de Áreas requeridas, actuales y nuevas.....	57
<b>Tabla N° 14:</b> Indicador de espacio (GUERCHET) Pre- Post.....	57
<b>Tabla N° 15:</b> Diagrama DAP – Después de mejora .....	59
<b>Tabla N° 16:</b> Cronograma de implementación de la mejora .....	60
<b>Tabla N° 17:</b> Estudio de tiempos por actividades – Después de mejora (Segundos) .....	64
<b>Tabla N° 18:</b> Estudio de tiempos por actividades – Después de mejora (Minutos) .....	65
<b>Tabla N° 19:</b> Cuadro de distancias – Después de mejora.....	66
<b>Tabla N° 20:</b> Cuadro de Tiempo de Ciclo – Después de mejora.....	66
<b>Tabla N° 21:</b> Cuadro de comparación – Beneficio económico .....	67
<b>Tabla N° 22:</b> Recursos Humanos .....	67
<b>Tabla N° 23:</b> Recursos materiales y equipos.....	68
<b>Tabla N° 24:</b> Servicios .....	69

<b>Tabla N° 25:</b> Presupuesto .....	69
<b>Tabla N° 26:</b> Cuadro de comparación – Beneficio económico .....	70
<b>Tabla N° 27:</b> Prueba de normalidad de productividad con kolgomorov-Smirnov .....	73
<b>Tabla N° 28:</b> Contraste de medias, productividad antes y después (Wilcoxon).....	74
<b>Tabla N° 29:</b> Significancia de la productividad (Wilcoxon) .....	75
<b>Tabla N° 30:</b> Prueba de normalidad de hipótesis especifica 1 con Shapiro Wilk .....	76
<b>Tabla N° 31:</b> Contraste de medias, hipótesis especifica 1 antes y después (T-Student) .....	77
<b>Tabla N° 32:</b> Significancia de la hipótesis especifica 1 (T-Student).....	78
<b>Tabla N° 33:</b> Prueba de normalidad de hipótesis especifica 2 con Shapiro Wilk .....	79
<b>Tabla N° 34:</b> Contraste de medias, hipótesis especifica 2 antes y después (Wilcoxon).....	80
<b>Tabla N° 35:</b> Significancia de la hipótesis especifica 2 (Wilcoxon) .....	81
<b>Tabla N° 36:</b> Cuadro de ventas 2016.....	90

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 01:</b> Diagrama de Ishikawa .....	4
<b>Gráfico N° 02:</b> Diagrama de Pareto .....	6
<b>Gráfico N° 03:</b> Distribución por posición fija .....	12
<b>Gráfico N° 04:</b> Distribución por proceso .....	13
<b>Gráfico N° 05:</b> Distribución por producto.....	14
<b>Gráfico N° 06:</b> Indicador de productividad factorial.....	20
<b>Gráfico N° 07:</b> Indicador de productividad multifactorial .....	20
<b>Gráfico N° 08:</b> Indicador de Eficiencia .....	21
<b>Gráfico N° 09:</b> Indicador de Eficacia .....	21
<b>Gráfico N°10:</b> Esquema de Planteamiento Sistemático de Distribución.....	25
<b>Gráfico N° 11:</b> Esquema Método Guerchet .....	27
<b>Gráfico N° 12:</b> Escala de Valores para la Proximidad de Actividades .....	29
<b>Gráfico N° 13:</b> Formato de presentación de la tabla relacional de actividades.....	29
<b>Gráfico N° 14:</b> Identificación de actividades .....	30
<b>Gráfico N° 15:</b> Códigos de las proximidades .....	31
<b>Gráfico N° 16:</b> Organigrama de la organización.....	39
<b>Gráfico N° 17:</b> Layout de la organización – mini .....	41
<b>Gráfico N° 18:</b> Plano en planta – mini .....	46
<b>Gráfico N° 19:</b> Layout de recorridos – mini.....	46
<b>Gráfico N° 20:</b> Cuadro de Valor de proximidad .....	50
<b>Gráfico N° 21:</b> Cuadro de Motivos .....	50
<b>Gráfico N° 22:</b> Tabla Relacional de Actividades .....	50
<b>Gráfico N° 23:</b> Cuadro de Resumen de las relaciones .....	51
<b>Gráfico N° 24:</b> Identificación de Actividades .....	51

<b>Gráfico N° 25:</b> Códigos de las proximidades .....	52
<b>Gráfico N° 26:</b> Diagrama relacional de actividades .....	52
<b>Gráfico N° 27:</b> Asignación de Área por actividad .....	53
<b>Gráfico N° 28:</b> Disposición Ideal .....	53
<b>Gráfico N° 29:</b> Diagrama relacional de espacios .....	54
<b>Gráfico N° 30:</b> Ingreso de datos CORELAP .....	55
<b>Gráfico N° 31:</b> Resultado CORELAP .....	55
<b>Gráfico N° 32:</b> Boceto de plano con distribución lineal en forma de U.....	56
<b>Gráfico N° 33:</b> Fase 1 Áreas a liberar .....	61
<b>Gráfico N° 34:</b> Fase 2 Ampliación de Almacén PT .....	61
<b>Gráfico N° 35:</b> Fase 3 Cableado nueva área de Producción.....	62
<b>Gráfico N° 36:</b> Fase 4 Movimiento de maquinarias y MP .....	62
<b>Gráfico N° 37:</b> Fase 5 Instalación de Oficina .....	63
<b>Gráfico N° 38:</b> Análisis descriptivo del método Guerchet.....	71
<b>Gráfico N° 39:</b> Análisis descriptivo del diagrama relacional de actividades .....	72
<b>Gráfico N° 40:</b> Ventas 2016.....	90

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como principal objetivo el análisis de la organización con la finalidad de establecer una distribución de planta para incrementar la productividad de la empresa Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L., dedicada a la producción de precintos de seguridad mediante el moldeado por inyección. Este trabajo de investigación de tipo cuantitativo, además, de diseño experimental se realizó en 4 fases. En la primera fase se realizó la toma de datos, mediante la herramienta chek-list, se hicieron 45 pruebas antes de la aplicación. Mediante el diagnostico se determinó las causas directas que afectan la productividad de la empresa y se analizaron indicadores de productividad. En la segunda fase Se estableció utilizar herramientas de distribución como método Guerchet y Diagrama Relacional de Actividades los cuales nos brindaron datos negativos en cuanto a las áreas y la distancia recorrida por el operario. Luego, en la tercera fase se aplicaron métodos para hallar la mejor distribución, la mínima distancia recorrida y la optimización del uso de áreas; para pasar a la implementación, se tuvo que planear la producción los días que se iban a parar las maquinas, y se procedió a hacer la limpieza de las áreas, instalación de puntos eléctricos y de agua, y posteriormente el movimiento y traslado de maquinaria y equipo. Se implementó una nueva distribución de planta. En la cuarta y última fase se realizaron las 45 pruebas después de la mejora y se obtuvo como principal resultado que la productividad aumentó en 29% y se determinó de acuerdo al análisis financiero que la implementación del proyecto es viable.

**Palabras clave:** Cuantitativo, Experimental, Distribución de Planta, Productividad.

## **ABSTRACT**

This project's main objective is the analysis of the organization in order to establish a distribution of plant (layout) to increase the productivity of Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L. company dedicated to the production of security seal by injection molding. This quantitative research project and also experimental study, was carried in 4 phases. In the first stage the data was collected using the Chek-List tool, 45 proofs have been made before the application. Through the diagnosis was determined the direct causes that affect the productivity of the company and analyzed their productivity indicator. In the second stage was established to use distribution's tools as a Guerchet method and Activity Relationship Diagram which provide negative data about the areas and distance covered by the operator. In third stage, the methods were applied to discover the better distribution, the minimum distance covered and optimisation of the use of areas; To programme implementation, the production had to be planned during the days in wich the machines were shut down, and clean up the areas, electrical and water system installation, relocating of machinery and equipment. A new distribution plant (layout) was put into place. In the fourth and final stage, 45 proof have been made after the application and productivity was improved by 29% it resulted in primary result and was determined according to the financial analysis of the project implementation is feasible.

**Key words:** Quantitative, Experimental, Distribution of Plant, Productivity

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente la globalización, la reducción en la brecha de comunicación entre las diferentes organizaciones y muchos avances tecnológicos han generado que las organizaciones tengan una dura competencia hasta los mínimos detalles en cuanto a la reducción de costos, entonces, uno de los problemas que muchas veces se pasan por alto es la mala distribución o disposición de las organizaciones, lo que genera pérdidas acumulativas que quizá no se perciban pero se van acumulando con el paso del tiempo.

Este proyecto presenta una alternativa de mejora mediante una correcta distribución de planta para la empresa Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L., además de estudiar la relación de actividades y el uso eficiente de los espacios y recursos en las diferentes áreas de la organización. El objetivo principal es determinar de qué manera incrementará la productividad de la organización, mediante la aplicación de técnicas y métodos que faciliten las operaciones, aprovechando el espacio de manera eficiente, garantizando así la seguridad y salud de los colaboradores, la tranquilidad de los stakeholders y la calidad de los productos.

El presente proyecto de investigación está estructurado de la siguiente manera: En el capítulo I se presenta la introducción que contiene el planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, así como los antecedentes y el marco teórico. En el capítulo II se muestra el diseño de la investigación, la población en estudio, así como la metodología a utilizar y los métodos y herramientas a emplear en la ejecución del proyecto, la ejecución del mismo y los resultados post aplicación de herramientas de mejora. El capítulo III muestra el análisis descriptivo e inferencial de las variables, como la contratación de las hipótesis. En el capítulo IV las discusiones en referencia a los resultados y comparación con otro trabajo similar. En el capítulo V se muestran las conclusiones a partir de los objetivos. Por otra parte, en el capítulo VI se encuentran las recomendaciones para la organización. En el capítulo VII se encuentran las referencias bibliográficas. Por último, se colocarán los anexos.



## **1.1 Realidad Problemática**

La distribución de las organizaciones es un tema que muchas veces no se le toma la importancia debida, ya que las organizaciones las diseñan personas que no son especialistas y que no emplean métodos ni toman en cuenta los numerosos factores que se necesitan para una correcta distribución. Por lo mismo es que estas malas distribuciones tienen efectos a largo plazo que afectan a la organización. Son muchas las organizaciones que no mejoran constantemente, lo que las lleva a tener problemas como: reproceso, retrasos de producción, traslados innecesarios, etc. Lo que les permite a otras organizaciones sacar provecho y superar en cuanto a productividad a su competencia.

En la empresa “Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L.” existe una mala distribución de las áreas lo que genera falta de conexión entre las áreas de almacén de materia prima, área de producción, almacén de producto terminado y oficinas. Existen traslados innecesarios que hacen que el mal flujo en el proceso productivo traiga consecuencias como los riesgos en cuanto a seguridad de los colaboradores internos y externos, la dificultad en el acceso a los almacenes y a las diferentes áreas, la desinformación de la gerencia por la mala distribución. Otro de los problemas internos que existe es la mala distribución en los almacenes, en donde hay dificultad para el ingreso y el acarreo de los sacos de producto terminado y materiales, lo que genera pérdida de tiempo en el picking.

El problema de la mala distribución que posee la organización incrementa los costos y está generando pérdidas, ya que tiempos que deberían ser usados para producir son utilizados en traslados, lo que genera la pérdida de tiempo en cuanto a traslados innecesarios y baja producción, lo que se traduce en la pérdida de clientes, los mismos que, buscan otros proveedores cuando sus pedidos no son atendidos a tiempo por consecuencia de los varios factores que ya se han detallado.

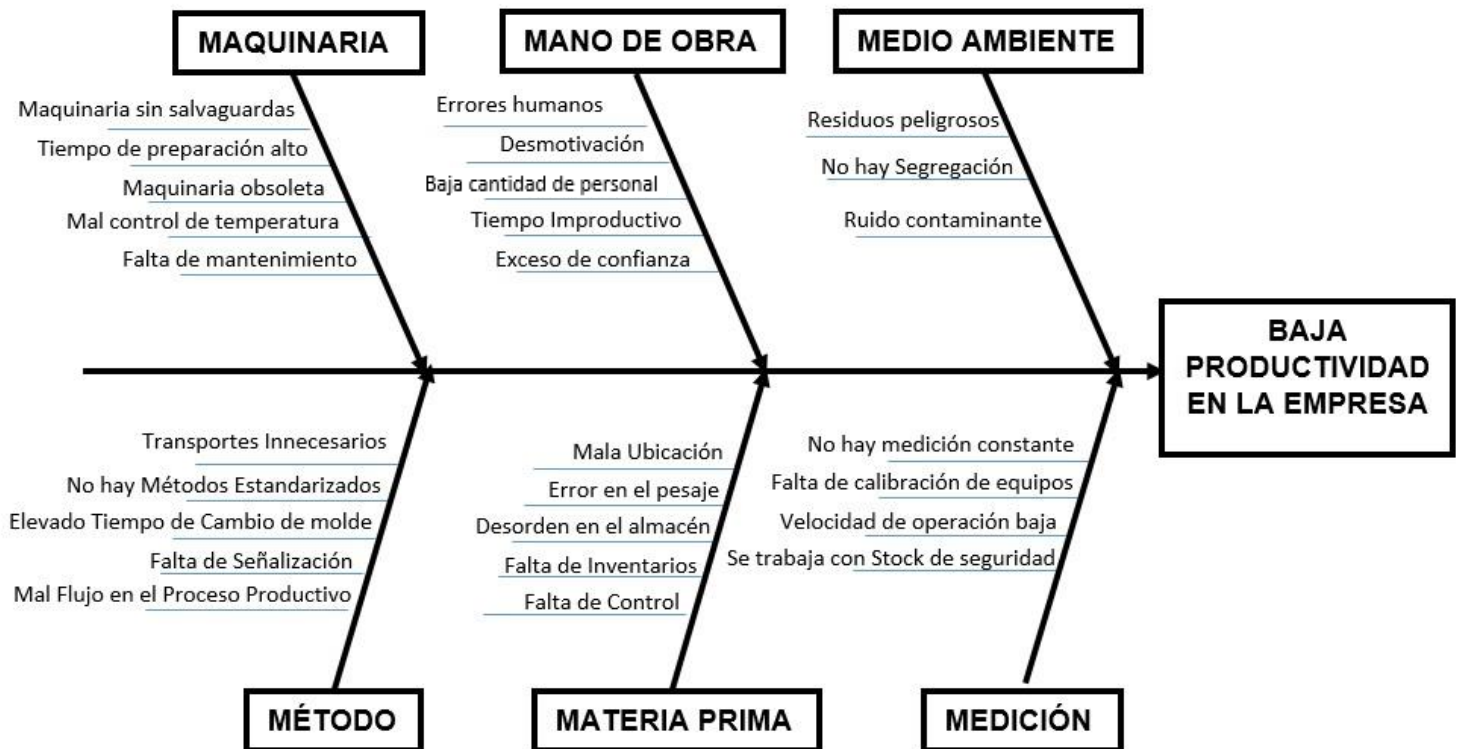
**1.1.1. Tormenta de ideas: posibles causas, sin olvidar que estas causas solo son sospechosas, hasta que se demuestre con datos concretos.**

1. Dificultad para ingreso y salida de materiales y operarios.
2. Mala ubicación de las áreas.
3. Traslados Innecesarios.
4. Maquinaria vieja.
5. Maquinaria con filos inseguros.
6. Elevado tiempo de preparación de máquina.
7. Desmotivación.
8. Errores humanos.
9. Bajo personal.
10. Tiempo improductivo.
11. Exceso de confianza.
12. Baja comunicación.
13. Residuos sólidos peligrosos.
14. No hay segregado.
15. No hay supervisión de medio ambiente.
16. Trabajo Monótono.
17. No hay métodos estandarizados.
18. Elevado tiempo de cambio de molde.
19. Mala planificación de producción.
20. Productos no conformes.
21. Errores en el pesaje.
22. No hay medición continua.
23. Velocidad de operación baja.
24. Inexistencia de personal de mantenimiento.
25. Falta de calibración de equipos.
26. Desorden en la organización.
27. Desatención de Pedido.

### 1.1.2. Diagrama de ISHIKAWA

EL diagrama de Ishikawa es la representación de todas las posibles causas de un problema. El principio del diagrama establece que la causa de un efecto se puede encontrar en la maquinaria, la mano de obra, método, materia prima, medio ambiente o medición.

Gráfico N° 01: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** En el esquema se detallan las causas que generan el problema principal de la baja productividad, en donde se observan las malas ubicaciones entre las áreas que generan transportes innecesarios en un proceso que no tiene métodos estandarizados lo mismo que genera pérdida de tiempo de producción en traslados que pueden ser más cortos para poder producir más unidades y generar más ingresos.

**NOTA:** Del diagrama se tomarán los problemas más importantes, previa reunión con los colaboradores, para ponderarlos en el diagrama de PARETO

### 1.1.3 Diagrama de PARETO

Al iniciar este proyecto se realizó el análisis de la situación actual de la empresa con la finalidad de poder identificar las causas que generan el problema central.

En colaboración con los involucrados en la organización: operarios, jefe de producción y gerentes se realizó la selección de los problemas que más afectan en la organización y se procedió a valorizarlos para poder observar cuales tienen mayor impacto en la organización.

En el siguiente cuadro se muestran las incidencias en la empresa que afectan a la productividad de la misma y la valoración que se obtuvo de los involucrados sobre la percepción del impacto que tiene cada una sobre la productividad.

Tabla N° 01: Enumeración de problemas

PROBLEMA	FRECUENCIA	VALORACIÓN	TOTAL VALORIZADO
1. TIEMPO DE PREPARACIÓN ALTO	2	1	2
2. ERRORES HUMANOS	3	2	6
3. INCUMPLIMIENTO DE ENTREGAS	4	10	40
4. FALTA DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS	2	4	8
5. MAL FLUJO EN EL PROCESO PRODUCTIVO	3	6	18
6. MALA UBICACIÓN Y DESORDEN	5	8	40
			114

Fuente: Elaboración Propia

Se enumeran los problemas según el criterio de los involucrados en la organización, se coloca una valoración y un total valorizado para poder pasar a realizar la otra tabla.

Tabla N° 02: Valorización de problemas

PROBLEMA	Frecuencia Valorizada	Frec. Relat.	80-20	Frec. Relat. Acumul.
3. INCUMPLIMIENTO DE ENTREGAS	40	35.09%	80.00%	35.09%
6. MALA UBICACIÓN Y DESORDEN	40	35.09%	80.00%	70.18%
5. MAL FLUJO EN EL PROCESO PRODUCTIVO	18	15.79%	80.00%	85.96%
4. FALTA DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS	8	7.02%	80.00%	92.98%
2. ERRORES HUMANOS	6	5.26%	80.00%	98.25%
1. TIEMPO DE PREPARACIÓN ALTO	2	1.75%	80.00%	100.00%

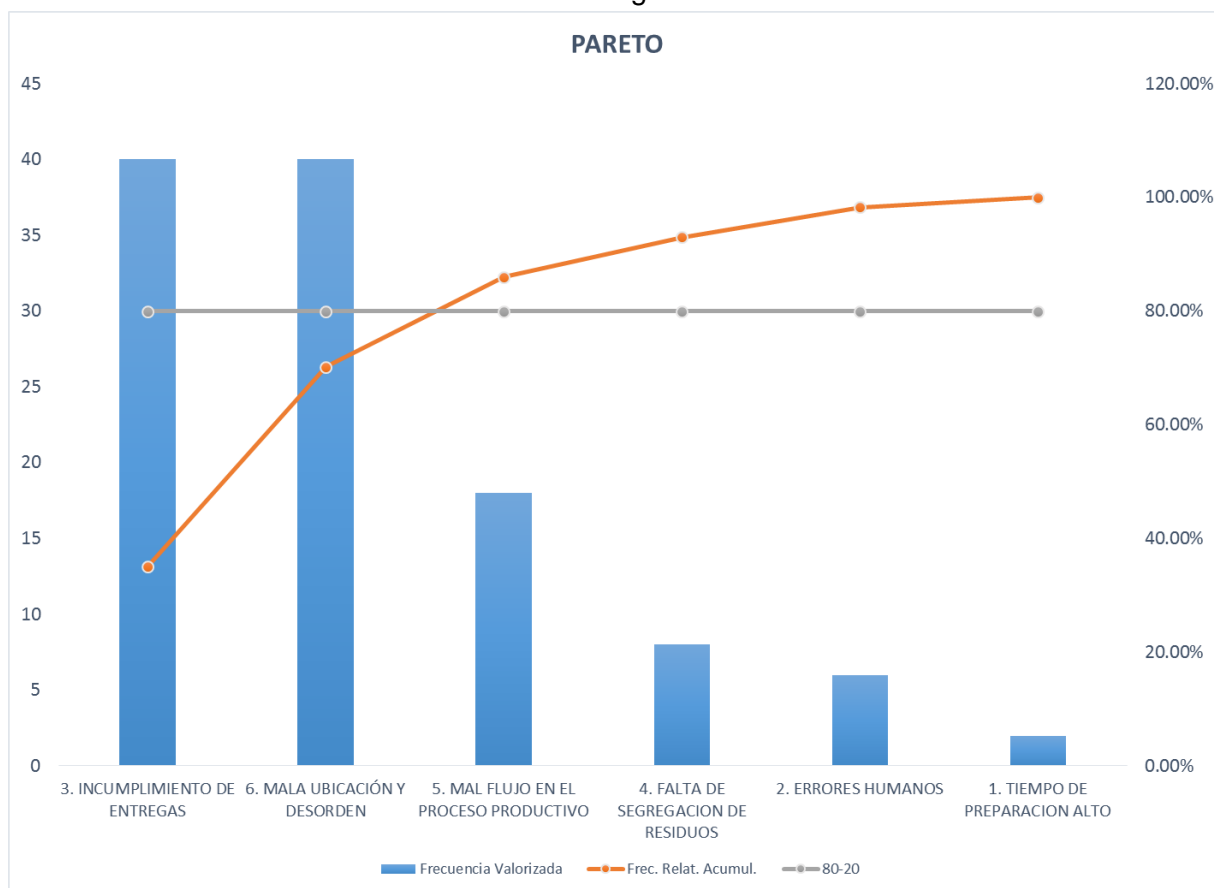
Fuente: Elaboración Propia

De la tabla podemos darnos cuenta que las incidencias más relacionadas con el problema principal ocupan el 80% del total

Problema principal – baja productividad en la empresa grifería industrial y comercial NC S.R.L.

A continuación, se muestra el diagrama Pareto usado para poder hallar las causas principales que disminuyen la productividad en la empresa:

Gráfico N° 02: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:** Como podemos apreciar los problemas ocurren en toda la organización y nos llevan al problema principal el cual es descrito por el gerente de la empresa, la baja productividad. Resaltan dos causas graves que conllevan al 74% de los problemas directos con la productividad los cuales son: La mala ubicación de las áreas y el incumplimiento en las entregas que es el resultado de los errores que se cometen en la organización

## 1.2 Trabajos Previos

### 1.2.1 Antecedentes Nacionales

En el ámbito nacional, RAU ALVAREZ, JOSÉ. *Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales*. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú. (2009). 72 pp. Explica que el principal objetivo de la investigación es obtener una mejora en la distribución racional en la planta de la empresa, que brinde un soporte efectivo para el normal flujo de las operaciones. Además, indicó, que la globalización y la apertura a otros mercados lo obliga a buscar oportunidades de mejora para poder minimizar costos, y uno de los más importantes es la distribución de planta, lo que al optimizarlos mejorará la productividad, eficiencia y eficacia de acuerdo a los objetivos de dicha organización, por lo que, si bien es cierto que una distribución siempre tiene un impacto positivo en las organizaciones. El primer efecto que tiene el rediseño es una baja productividad, ya que los colaboradores tienen que “*adaptarse*” a esta nueva distribución. En definitiva, la distribución nos ayuda a poder determinar soluciones ante problemas cotidianos que muchas veces se pasan por alto, en este caso se emplearon métodos y técnicas para la distribución de almacenes, oficinas y talleres.

Además, MARAÑÓN LOAYZA, Eva. *Diseño e implementación del planeamiento sistemático en la disposición de planta de una empresa de bordados y estampados*. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Universidad San Martín de Porres. (2014). 217 pp. Comenta que el principal objetivo de la tesis es de diseñar e implementar una disposición de planta para mejorar la gestión de procesos de la empresa SGP disminuyendo los tiempos de entrega de productos y elevando los niveles de productividad. Además, explica que, en esta planta del rubro textil, había problemas como congestión de materiales, demora en los despachos, tiempos de movimiento de materiales elevado, para de las maquinarias, accidentes y necesidad de horas extra. El principal problema de esta organización era la demora en la entrega de los productos por lo que aplicó métodos de planteamiento sistemático y 5 “s” para mejorar la productividad. Logró aumentar la eficiencia en el servicio de atención de pedidos, llegando a un 92.39% gracias al reordenamiento de las áreas y la aplicación de las 5S en la organización.

También, ALVA MANCHEGO, Daniel y PAREDES COTOHUANCA, Denisse. *Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios*. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú. (2014). 84 pp. La presente tesis tiene como objetivo principal incrementar la capacidad de producción de la empresa en estudio a través del diseño de una nueva distribución de planta y el planteamiento de nuevas políticas para la gestión de inventarios que permitan mantener un óptimo nivel de inventarios. Concluyó que se logró incrementar la capacidad de producción de la empresa de 3800 hasta 6784 unidades/año lo que permitió el aumento de ingresos en ventas en 50%. Así mismo el control de los inventarios en stock se redujo en un 14% con un costo de almacenamiento 43% menor que el actual. Esto le permitió atender de manera rápida y correcta las atenciones de pedidos y así, no perder clientes. Uno de los puntos más importantes es la reducción de S/. 172,465.00 al año por la eliminación de recorridos innecesarios y costos de almacenaje. También se redujeron tiempos muertos y consecuencia de esto se logró una utilización esperada del 87%. Logró la reducción de fatiga en los operarios por traslados innecesarios generados por la carga y descarga de materiales y la satisfacción de los mismos ya que se implementaron áreas comunes para su uso común.

HUILLCA CHOQUE, María y MONZÓN BRICEÑO, Alberto. *Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s's y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos*. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Pontificia Universidad Católica del Perú. (2015). 105 pp. Esta tesis tiene como objetivo, mejorar el sistema productivo de una empresa líder en producción de hornos estacionarios y rotativos. Encontraron en una metalmecánica que produce hornos estacionarios tenían problemas como: la incapacidad para cubrir con la demanda además de la mala distribución de la organización lo que genera gastos innecesarios y también aumenta el riesgo de accidente en la organización. Y concluyeron que resultó factible el proyecto, ya que se resolvieron puntos críticos en el área de ensamble y trazado, asignándoles a estos un mayor espacio para la realización de sus actividades y tuvieran un mejor flujo de materiales. Aumentaron la capacidad de producción, ya que luego de hacer la proyección de la demanda

aumentaron en un 52% los hornos estacionarios y en 49% los hornos rotativos. Además, se mejoró la estantería con etiquetas y señalización de suelo. El diseño de pasillos, los que se amplificaron para el mejor y libre traslado de materiales y personal, logrando así reducción de traslado de 223% en hornos rotativos y 203% en hornos estacionarios. Además, a través de la distribución de planta, se logró la unificación y correcta disposición de planta para las áreas de procesos, logrando una mejor atención de los despachos.

CANTO FERNANDEZ, Freddy. *Optimización del proceso de almacenamiento mediante layout para mejorar la eficiencia del servicio en la entrega de productos en la empresa FULLCOM S.A. Lima – 2015*. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Universidad Cesar Vallejo. (2015). 49 pp. Esta tesis tiene como objetivo determinar como la optimización del proceso de almacenamiento mediante layout mejora la eficiencia del servicio en la entrega de productos en la empresa FULLCOM S.A. Además, indica, en su investigación, que el problema más grande en las áreas de la organización es el desorden y la mala distribución lo que genera muchas dificultades, llegando incluso a la pérdida del cliente porque no se cumplen con las órdenes. Refiere que la optimización del proceso de almacenaje por layout mejoró la eficiencia al reducir tiempos y costos tales que se reflejan en el oportuno servicio brindado a los clientes pasando así de un 76% a un 93% en atenciones realizadas. Cumpliendo con la eficiencia de entrega; además se redujo el costo de almacenaje y se eliminaron las horas extra que eran requeridas para cumplir con las atenciones.

### **1.2.2 Antecedentes Internacionales**

A nivel internacional, CHILAN QUIMIZ, Eduardo. *Estudio de distribución de planta de las empresas dedicadas al empacado de pescado en Manta*. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. (2006). 189 pp. Indicó que las empresas tienen un gran problema con la distribución ya que al tratar con materia prima que se degenera rápidamente, una mala distribución hace que se hagan recorridos extensos e innecesarios lo que genera un mayor riesgo de que se generen bacterias en el pescado y la producción o el lote tenga riesgo de perderse por completo. Concluyó que, en promedio, el 60% de las áreas de las organizaciones están destinadas a los patios de maniobras y el



área de producción cuenta con un 11% del área total de planta. Una buena distribución en estos casos reduce el riesgo de contaminación cruzada de la materia prima, material en proceso y producto final.

VERA MARTINEZ, Yamill. *Análisis de la distribución de las plantas de una empresa dedicada a la elaboración de chocolates y galletas*. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. (2006). 264 pp. En donde se analizaron 3 plantas de producción y se hallaron problemáticas como el incumplimiento de pedidos y el cumplimiento parcial de los pedidos, esto generado por el desorden en todas las áreas en las diferentes plantas de producción y la mala ubicación de alguna de estas. Se concluyó que es necesaria la readecuación de las entradas a planta para reducir así accidentes de tránsito que afectan en la productividad a las empresas, además de la aplicación de software que permitan mayor control en las operaciones de fabricación, logística y almacenes.

QUICENO OROZCO, Oscar y ZULUAGA GARCIA, Nathaly. *Propuesta de mejoramiento para la distribución de una empresa del sector lácteo*. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Universidad ICESI, Santiago de Cali. (2012). 114 pp. Afirieron que, la empresa Alfa Ltda., dedicada a la producción de leches líquidas tuvo un planteamiento de la distribución de un producto específico, pero el mercado obligó indirectamente a que produjeran otro tipo de producto para el cual la planta no estaba organizada. Este cambio de la demanda generó problemas como la congestión en las instalaciones del centro de distribución y áreas de empaque y despacho, así como también acumulación de producto terminado estibado sin almacenar, distancias largas para recorrido en algunos departamentos y flujo de materiales cruzado lo que conjuntamente generaba pérdidas económicas. Luego de la aplicación de la propuesta de mejora, se aumentó la eficiencia de la recepción y salida de materiales de 13.49% a 26.61%. Además, se redujo el tiempo de estiba en un 4.8% y se aumentó la capacidad en 6.38%.

Además, RIVADENEIRA SANDOVAL, Victoria. *Propuesta de mejoramiento de la disposición de la planta y optimización de la asignación de los operadores en la línea de producción de la empresa DIMALVID*. Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Universidad San Francisco de Quito, Quito. (2014). 131 pp.

Indicó que, en la empresa DIMALVID, existía un gran problema: la falta de espacio en planta que afectaba la productividad, además de tener un control dificultoso y los retrasos de entregas en las órdenes. Concluyó que, luego de los diversos estudios en las operaciones y de realizar un nuevo planteamiento, se pudo aumentar la eficiencia del diseño actual de planta de 36.20% a 79%, de esta manera conseguir un eficiente uso del espacio.

También, CORREA CASTELLANOS, Paula y OLIVEROS REAL, Diana. *Propuesta para el mejoramiento de la distribución en planta de la empresa DERJOR LTDA.* Tesis (Título de bachiller en ingeniería industrial). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá. (2015). 69 pp. Identificaron que la empresa DERJOR LTDA. Tenía problemas en el orden de la línea de producción, estaciones de trabajo no definidas, no maneja tiempos estándar en el proceso de producción y desorden de maquinarias por el poco espacio, lo que representaba un gran problema no solo en el área de producción, sino en todas las áreas de la organización. Concluyeron que, si bien es cierto, la organización tiene un serio problema en el proceso productivo este tendrá solución solo si tiene el compromiso de todos los colaboradores de la organización, además el proceso se mejoró de 17.14% a 53.8% cuando se descendió el área en donde se hace procesos con electricidad a un área vacía en la primera planta reduciendo así distancias y que el proceso productivo tenga un mejor orden.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Distribución de planta**

La distribución de planta es el ordenamiento que incluye los espacios que se necesitan en cuanto a materiales, maquinaria y el traslado de la mano de obra en interrelación con todas las áreas de la organización. Como explica Muther (1981) “La misión es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo y al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los empleados” (p.15). Entonces pues, se debe realizar una distribución de planta de manera que, esta integre todas las áreas de la organización y se minimicen los traslados innecesarios y los riesgos para los operarios.

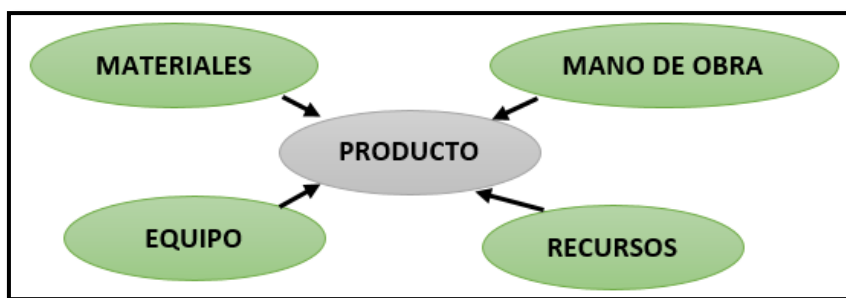
### 1.3.1.1 Tipos de distribución

Los principales tipos de distribución son: por posición fija, por producto y por procesos; y se diferencian de acuerdo a tres factores: producto, cantidad y proceso.

#### 1.3.1.2 Distribución por posición fija.

En donde el producto está estacionado en un solo lugar inmóvil y todos los recursos (maquinaria, herramientas y trabajadores) son dirigidos al mismo.

Gráfico N° 03: Distribución por posición fija



Fuente: Elaboración Propia

Según De La Fuente y Fernández (2005) “A este tipo de distribución también se le denomina distribución de producto estático y es usado cuando es muy trabajosa la tarea de mover el producto hacia los distintos lugares de trabajo por el tamaño que tiene el mismo en este caso lo que se hace es adaptar el proceso al producto” (p.9).

Ventajas:

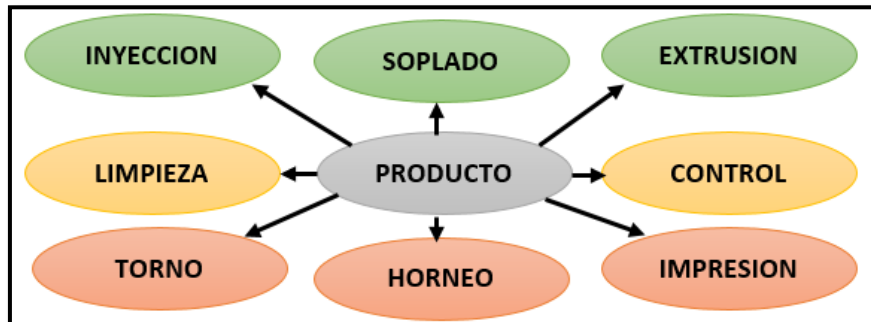
- Minimiza el manejo del producto.
- No requiere muchos movimientos en las áreas.
- Es flexible, permite cambios en el producto y en las operaciones.

#### 1.3.1.3 Distribución por proceso.

Según Cuatrecasas (2009) “La disposición orientada al proceso es en la que los puestos de trabajo están agrupados según la función que realizan, pero sin relación con el producto que se mueve por cada parte del proceso según las características que requiera” (p.35).

Las operaciones que tienen un tipo de proceso similar se agrupan, por ejemplo: las áreas de soldadura o en los hospitales.

Gráfico N° 04: Distribución por proceso



Fuente: Elaboración Propia

Algunas de sus ventajas son:

- Hay una mejor utilización de equipos por lo que la inversión se reduce.
- Es adaptable a los tipos de productos y sus variables características.
- Se adapta a los cambios bruscos en la demanda.
- Son más llevaderos los problemas que se susciten en planta como:
  - Para de maquinaria por avería.
  - Falta de mano de obra.
  - Falta de materiales.

#### 1.3.1.4 Distribución por producto.

Esta distribución es todo lo contrario a la distribución por posición fija, en este los recursos son estables y el producto es el que se moviliza por las diferentes áreas separadas una tras de otra en una secuencia fija.

Según Díaz *et alii* (2007) “En la distribución por producto se requiere de cada operación una al lado de la otra en cadena. Todos los productos o el lote tienen el mismo proceso desde el inicio hasta el final. Toda la maquinaria y el equipo están ordenados en secuencia; por ejemplo, en el ensamblaje de automóviles y plantas embotelladoras de bebidas” (p.116).

Gráfico N° 05: Distribución por producto



Fuente: Elaboración Propia

Algunas de sus ventajas son:

- Mínimo manejo de materiales.
- Reducción de material en proceso (menor tiempo de proceso).
- Maximización del uso de la mano de obra ya que hay mayor entrenamiento.
- Facilidad en el control de producción y en los colaboradores.
- Mayor flujo y eficiente uso de suelo.

#### **1.3.1.5 La célula de trabajo**

Para Díaz *et alii* (2007) “Es la mezcla de la distribución por producto y por proceso que permite ser más eficiente y flexibles cuando se hay productos de una misma familia, obteniendo maquinaria y mano de obra para producirlos. En este proceso los productos se trasladan uno por uno o en pequeños lotes” (p.118).

En resumen, en este tipo de proceso hay un sistema en línea y los productos pasan por lotes de uno en uno, por lo que las reservas de piezas, las colas en cada proceso y almacén son mínimas.

Algunas de sus ventajas son:

- Entrenamiento de operarios para distintas operaciones dentro de la célula.
- Costos y tiempos de preparación de máquinas se reducen porque son productos con las mismas preparaciones.
- Se reduce el inventario
- Costos de manipulación de materiales y contenedores se reducen.

### **1.3.1.6 Semicélula**

Es un conjunto de máquinas que ejecutan operaciones para producir un grupo de productos. Díaz *et alii* (2007) indica “Se utiliza cuando las características de los productos varían la secuencia del mecanizado y por ende varían los ciclos de las maquinas. Las distintas piezas tienen secuencias distintas, el área de almacenamiento es mayor porque son más áreas. Y el aprovechamiento del operario es mínimo” (p.119).

### **1.3.2 Factores que afectan la distribución**

Para Muther (1981) “La distribución en planta no es ni extremadamente simple ni extraordinariamente dificultoso, requiere un conocimiento ordenado de los elementos implicados en la distribución y de los procedimientos y técnicas de como una distribución debe integrar estos elementos” (p.43); estos factores son:

#### **1.3.2.1 Factor material**

Muther (1981) indica que, “Es uno de los factores más importantes en la disposición de planta, ya que el tipo, cantidad y variedad dependen del sistema de producción. Las instalaciones deben estar planificadas de acuerdo al factor material. Además, la organización deberá analizar sus áreas para el tratamiento de estos materiales como: la experiencia en el tratamiento del material, en los procesos para la producción de ciertos productos y la distribución de los mismos” (p.45). Este factor incluye:

- Materia prima
- Materia auxiliar
- Productos acabados
- Productos defectuosos
- Mermas

#### **1.3.2.2 Factor maquinaria**

Uno de los factores más importantes sin duda, ya que en muchas ocasiones las maquinarias son las que ocupan y necesitan el mayor espacio disponible para que sean manipuladas de manera correcta. Según Díaz *et alii* (2007) “Este factor también es uno de los más importantes, ya que la información que se tenga de las

maquinarias y equipos será de vital importancia para su ordenamiento dentro de la planta” (p. 160). Este factor incluye:

- Máquinas de producción
- Herramientas, plantillas, moldes, etc.
- Maquinaria para mantenimiento
- Equipos de proceso
- Dispositivos especiales

#### **1.3.2.3 Factor Hombre**

Para Díaz *et alii* (2007) “En este factor se tocan los aspectos relacionados a las personas que trabajan y transitan en la organización, teniendo en cuenta el espacio que necesita cada una dependiendo de la función que realice dentro del proceso productivo de la organización, además de considerar las condiciones de trabajo y seguridad del personal” (p. 179).

Este punto es muy importante porque se toman en cuenta los espacios para el personal, teniendo en cuenta que cuando los espacios son muy reducidos, el riesgo de que ocurran accidentes laborales es muy alto afectando de esta manera a la organización.

- Mano de obra directa
- Personal no cotidiano
- Jefes de equipos, sección y de servicios.

#### **1.3.2.4 Factor Movimiento**

Muther (1981) indica que, “El manejo de materiales se toma en consideración desde la recepción de materia prima hasta que se distribuye el producto. Cualquier cambio en este sistema significará una modificación de la disposición actual” (p.91).

En este punto se toma en cuenta el movimiento de materiales hombres y maquinaria, aunque usualmente se habla del material desde que es materia prima hasta que es producto terminado y listo para su distribución.

- Movimiento de maquinaria
- Movimiento de materiales y personal
- Movimiento de materiales y maquinaria

### **1.3.2.5 Factor Edificio**

Según Muther (1981) “Este factor es importante tanto si planeamos la distribución de una planta nueva como si reordenamos una existente. En líneas generales, se toman en cuenta los requerimientos mínimos para tener un lugar seguro y agradable donde operar” (p.147).

En este punto es importante la verificación del edificio si está de acuerdo a las características que la producción de cierto producto sea óptima ya sea por el tamaño o las áreas o el terreno o las alturas, etc.

- Estudio de suelos.
- Niveles y pisos de la edificación.
- Vías de accesos, salidas y circulación.
- Anclajes de maquinaria.
- Almacenes.

### **1.3.2.6 Factor Espera**

Según Díaz *et alii* (2007) “Este factor considera puntos de espera dentro de proceso productivo. Una razón para mantener materiales en espera, aunque cueste dinero, es que se puede ahorrar en alguna parte del proceso total de fabricación” (p. 217).

Cuando se trabaja con una economía de escala, por ejemplo, se invierte en la compra de lotes grandes de producto, puede ser por alguna oferta, entonces para esto se tiene que tener en cuenta que tiene que existir un área para la espera de productos y así reducir de cierta forma los costos de materiales.

- Áreas de recepción de materia prima.
- Almacén de materia prima.
- Equipos.

### **1.3.2.7 Factor Servicio**

Para Muther (1981) “Son actividades, elementos y personal que apoyan a la producción. Estos se encargan de mantener activos a maquinaria, trabajadores y materiales” (p.127).



En otras palabras, son como bien dice actividades, elementos o instalaciones y personal que apoyan de alguna manera a mejorar el ambiente de trabajo, la seguridad y la satisfacción de los colaboradores internos y externos de la organización.

- Relativos al hombre: Vías de acceso, instalaciones necesarias para uso del personal, protección contra incendios, calefacción y ventilación, iluminación, oficinas, etc.
- Relativos al material: Control de calidad, control de producción, control de mermas o desperdicios.
- Relativos a la maquinaria: Mantenimiento, distribución de servicios auxiliares.
- Relativos al edificio: Señalización de emergencia, buen ambiente de trabajo.

#### **1.3.2.8 Factor Medio Ambiente**

Este es un factor que ha sido incluido en los últimos años, debido a la gran importancia que ha tomado el cuidado del medio ambiente. Este factor incluye puntos importantes que debe incluir la organización en cuanto al impacto ambiental que genera.

Díaz *et alii* (2007) indica que, “En este ámbito se toman en cuenta factores ambientales que afectan de manera directa o indirecta con el medio ambiente, teniendo en consideración las exigencias gubernamentales” (p. 259).

- Impacto ambiental
- Gestión ambiental
- Producción limpia
- Costos ambientales

#### **1.3.2.9 Factor Cambio**

Según Muther (1981) “De una cosa podemos estar seguros y es de que las condiciones de trabajo cambiarán y que estos cambios afectarán a la distribución en mayor o menor grado. El cambio es una parte básica de todo concepto de mejora y su frecuencia y rapidez se va haciendo cada día mayor. Por lo tanto, a pesar de que planeemos nuevas distribuciones, *se debe revisar constantemente las que se*

*han establecido previamente, pues de otro modo podemos encontrarnos con la desagradable sorpresa de despertar un día y ver que una distribución anticuada nos está mermando una buena cantidad de beneficios potenciales” (p.164).*

Este factor incluye las probabilidades y posibles cambios que puede haber en todos los ámbitos, desde quizá el cambio del modelo de productos, o una actualización del sistema productivo hasta modificaciones en planta. Todo de acuerdo a las necesidades de los clientes, o por beneficio de la organización o por el impacto que genera.

### **1.3.3 Productividad**

Martínez (1995), afirma que “la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, conocimiento, energía, etc., son usados para producir bienes y servicios en el mercado” (p.2).

De esta forma se entiende que la eficiencia es parte esencial para elevar la productividad en una organización, ya que coexisten en todo momento.

Fernández (2010), indica que “cualquier mejora que se haga en términos preventivos o de medioambiente ha de mejorar la productividad o la calidad o ambas. Esto es lo que se ha venido a llamar sostenibilidad” (p. 14).

De esta manera se comprende que la mejora en la productividad y en otros aspectos debe ser sostenible en todo momento. Además, es un muy importante indicador que nos permite comparar la propuesta de mejora con los resultados una vez aplicadas las técnicas.

Por todo ello podemos decir que la productividad va de la mano con la eficiencia, por lo que nos permite saber que tan bien estamos aprovechando los recursos de la empresa.

### 1.3.3.1 Productividad Factorial

Carro y Gonzales (2012) “Es la que relaciona todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumos o entradas)” (p.3).

Es la relación de lo producido entre uno de los factores de producción.

Por ejemplo:

Gráfico N° 06: Indicador de productividad factorial

$$\frac{\text{PRODUCCIÓN}}{\text{MANO DE OBRA O MATERIALES O CAPITAL O ENERGÍA}}$$

Fuente: Carro y Gonzales (2012, p.3)

### 1.3.3.2 Productividad Multifactorial o productividad total de los factores

Hernández (2007) “El desplazamiento anual de la función de producción puede medirse como la diferencia entre la tasa de crecimiento del producto y la tasa (combinada) de crecimiento de los insumos de factores, ponderadas cada una de ellas por su respectiva participación en el ingreso. Entonces todo lo que se necesita para medir los cambios (anuales y acumulados) en la productividad multifactorial son las series de producto por hora-hombre, capital por hora-hombre y la participación de los ingresos de capital en el valor del producto bruto nacional” (p.33).

Para Prokopenko (1989) “la productividad no solo es la eficiencia del trabajo. Un criterio más apropiado de la eficiencia es el producto obtenido por cada unidad monetaria gastada; de aquí proviene la importancia de la productividad de múltiples factores o productividad total de los factores. La productividad es mucho más que la sola productividad de trabajo y se deben tener en cuenta la variabilidad de costos de energía o materia prima (p.20).

Entonces la productividad multifactorial tiene un enfoque mucho más amplio, que toma en cuenta diferentes factores que tienen que ver con la producción y además de su impacto económico que generan los cambios u oportunidades de mejora.

Gráfico N° 07: Indicador de productividad multifactorial

$$\frac{\text{BIENES O SERVICIOS PRODUCIDOS}}{\text{MANO DE OBRA + CAPITAL + OTROS}}$$

Fuente: Prokopenko (1989, p.3)

### 1.3.3.3 Eficiencia

Si hablamos de producción o de alguna actividad productiva, se entiende como la buena utilización de los recursos con los que se cuentan.

Para la RAE es “Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado” algo que no está lejos de lo entendido.

Gráfico N° 08: Indicador de Eficiencia

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \frac{\text{Insumo} + \text{beneficios}}{\text{Insumo}} \text{ ó } \frac{O}{I} = \frac{I+B}{I} = 1 + \frac{B}{I},$$

donde  $\frac{B}{I}$  = ratio de la productividad del beneficio.

Fuente: Prokopenko (1989, p.39)

Según Cegarra (2012) “La determinación de la eficiencia requiere establecer, de alguna manera, una relación entre los recursos suministrados y los resultados recibidos en un determinado periodo de tiempo” (p.243).

Además, Carro y González (2012) “Eficiencia, rendimiento y aprovechamiento miden, respectivamente, el grado de utilización de la mano de obra, del capital y de las materias primas. No son otra cosa que la relación entre la productividad parcial real de cada uno de esos recursos y la que se esperaba (estándar) [...] es una medida del grado de utilización de un recurso y puede expresarse como una relación de tiempos o de cantidades producidas” (p. 6).

### 1.3.3.4 Eficacia

En cuanto a la eficacia significa, en pocas palabras y a criterio propio, la obtención del objetivo propuesto. Para la RAE es “Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera”

Para Prokopenko (1989): “Conviene definir la eficacia como la medida en que se alcanzan las metas” (p.5).

Gráfico N° 09: Indicador de Eficacia

$$\frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} = \frac{\text{Eficacia (lo que se podría lograr)}}{\text{Recursos consumidos}}.$$

Fuente: Prokopenko (1989, p.39)

Ahora, según Mokate (1999) “Cabe destacar que la eficacia contempla el cumplimiento de objetivos, sin importar el costo o el uso de recursos. Una determinada iniciativa es más o menos eficaz según el grado en que cumple sus objetivos, teniendo en cuenta la calidad y la oportunidad, y sin tener en cuenta los costos” (p. 3).

### **1.3.4 Factores que afectan la productividad**

#### **1.3.4.1 Tiempos muertos**

Para Alba (2014) Es el tiempo en el que no se está realizando un trabajo útil. Están inactivos los recursos humanos o materiales hasta que finalizan las tareas anteriores. Esto conlleva una ineficacia y un coste para el proceso productivo (p.10).

Por esto es importante reducir los tiempos muertos en la empresa, de esta manera podrá incrementar su producción y por ende su productividad.

#### **1.3.4.2 Tiempo de preparación de las máquinas**

Es el tiempo en donde se prepara, por ejemplo, las máquinas y herramientas necesarias para la realización de una actividad. Este tiempo no es congruente con el número de piezas a realizar y no interviene nada más que una vez en cada lote.

Así resulta, que toda empresa que trabaje por lotes y cuente con máquinas tendrá necesariamente un tiempo de preparación, por lo que la empresa debe buscar capacitar a los empleados para reducir este tiempo al mínimo, además de buscar que los operarios realicen otras labores mientras esperan.

#### **1.3.4.3 Tiempo de cambio de molde**

Según Zavala (2015) El primer concepto que se debe aprender es que el tiempo de cambio es aquel que va desde la última pieza buena hasta la primera pieza buena de la siguiente corrida de producción. Teniendo en cuenta que el tiempo de cambio no se reduce con el fin de producir más sino para utilizar el tiempo ahorrado en otros detalles más frecuentes a fin de reducir el tamaño de los lotes (p. 24).

Por ello siempre se deben tener en cuenta las veces que se hacen cambios de molde, además del tiempo que demora este cambio. El orden y la preparación son importantes para reducir este tiempo al mínimo.

#### **1.3.4.4 Tiempo improductivo**

Para Kanawaty (1996) el tiempo improductivo es un método de trabajo deficiente que produzca movimientos innecesarios de las personas o los materiales que origina un aumento de los costos. De igual manera, puede deberse a métodos inadecuados de manipulación, mal mantenimiento de máquinas o equipo con muchas averías (p. 12).

Por ello es necesario diseñar de manera cuidadosa y detallada el proceso de tal manera que se puedan reducir los tiempos que los operarios tienen de ocio.

#### **1.3.4.5 Errores humanos**

Según Niño y Herrera (2004) indican que el error humano es la primera y principal atribución como “causa” de la mayoría de los accidentes. Si los errores humanos son las causas de los accidentes, entonces la prevención solo puede ser el control de las causas (p. 2).

Podemos concluir que los errores humanos dentro de una empresa son inevitables, pero con la formación y tomando las medidas necesarias podemos evitar que esto influya de manera negativa en el proceso.

#### **1.3.4.6 Continuidad de flujo**

Carro y Gonzales (2012) indican que es una secuencia de pasos predeterminada con un flujo continuo no discreto, generalmente automatizado y perenne; con alto volumen y de manera estandarizada, usualmente se emplea buscando maximizar el espacio y evitar paradas de planta (p. 7).

Por esto podemos decir que para evitar que se presenten cuellos de botella en el proceso de producción se debe tener una continuidad de flujo ininterrumpida durante todas las operaciones del proceso.

#### **1.3.4.7 Velocidad de operación**

La velocidad de operación es la capacidad de respuesta que tiene la organización ante posibles incrementos inesperados de la demanda. Podemos entender que, ante cambios repentinos en la demanda, la empresa debe tener la capacidad de poder responder adecuadamente.

### **1.3.5 Métodos y/o herramientas**

#### **El Systematic layout planning (SLP) de Muther**

La Metodología de la Planeación Sistemática de la Distribución de Planta, es un procedimiento simple para resolver problemas de distribución en las organizaciones. Establece fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar a todos los involucrados y sus relaciones. La base del SLP es la información que se tiene en base al problema a resolver.

##### **Paso 1: LOCALIZACIÓN:**

En este paso se decide, si se va a crear una organización, en qué lugar dentro del territorio sería mejor ubicarla, para esto se emplean distintas herramientas que van de acuerdo a la distancia de la materia prima o de los clientes.

##### **Paso 2: PLANEAMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN COMPLETA:**

En este paso se realizan los distintos análisis en donde se reflejan el proceso de producción y se observa, además, el requerimiento de tamaño para la organización de acuerdo a los departamentos y el tipo de producción que tenga.

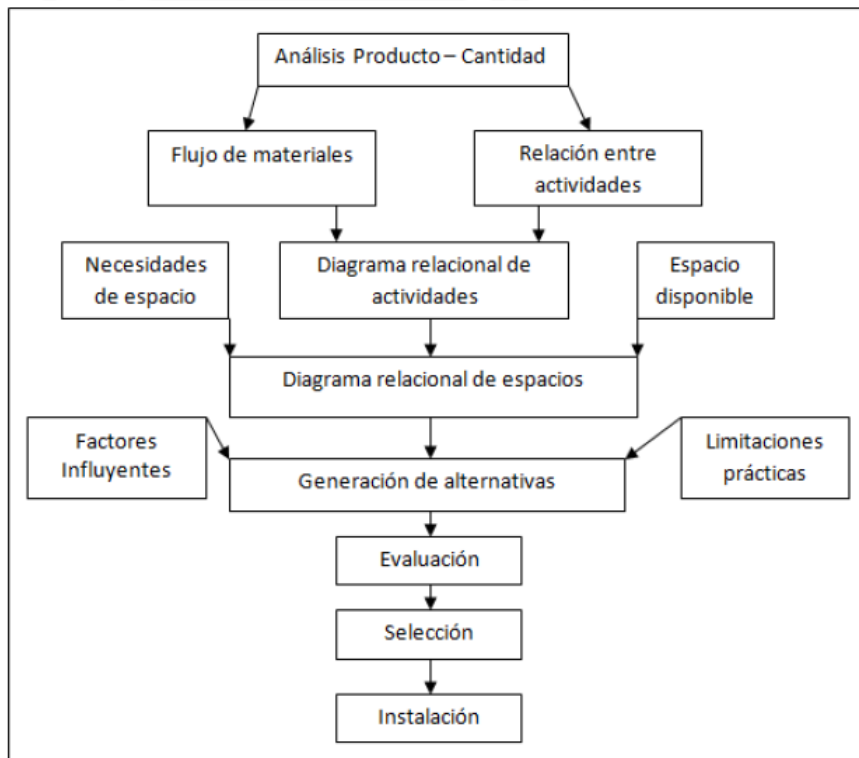
##### **Paso 3: PREPARACIÓN AL DETALLE:**

En este paso se ordena al detalle las distintas maquinarias y equipos que realizan los procesos de producción separados.

##### **Paso 4: INSTALACIÓN:**

Implica la planificación y el movimiento de objetos físicos en la organización, mano de obra utilizada y demás recursos.

Gráfico N°10: Esquema de Planteamiento Sistemático de Distribución



Fuente: Muther (1968, p. 68)

El punto de partida es el análisis referente al producto y las cantidades que se producirán. Luego, según este análisis se determinará el tipo de distribución que mejor se acople al proceso. Luego se aplican metodologías que influenciarán en la cercanía de las áreas según la importancia que se tengan y se obtendrá el diagrama relacional de espacios. Es a partir de este que se generan distintas alternativas según el tamaño de la organización y las áreas que se tengan dependiendo de los factores que influyen con el tamaño de las áreas Ej. El almacén y los volúmenes de compra. Una vez que ya se tienen los bocetos, se evalúan y se selecciona la mejor opción posible de distribución. Por último, se programa la instalación y redistribución de las áreas.

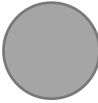




### 1.3.5.1 Técnicas para el cálculo de los requerimientos de áreas

#### - Diagrama de Operaciones del Proceso

Este diagrama muestra mediante imágenes o señales el flujo del proceso productivo, así como los aportes de materia prima, sub ensambles y salidas dentro del proceso.

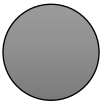
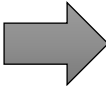
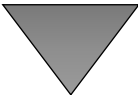


En este diagrama se consideran los siguientes símbolos:

- **OPERACIÓN** 
- **INSPECCIÓN** 
- **OPERACIÓN COMBINADA** 

#### - Diagrama de actividades del proceso

Es un diagrama parecido al de operaciones del proceso, pero este es más detallado, la operación/inspección no se considera, pero, por otro lado, se consideran: el transporte, las demoras y los almacenajes. En otras palabras, el diagrama de actividades del proceso es mucho más detallado y exacto.

En este diagrama se consideran los siguientes símbolos:

- **OPERACIÓN**  - **TRANSPORTE**  - **ALMACEN** 
- **INSPECCIÓN**  - **DEMORA** 

### - Diagrama de recorrido

Muestra el recorrido de materiales, operario o utilización de la maquinaria, incluyendo distancias y tiempos. Cada acción tiene un símbolo.

Según Díaz *et alii* (2007) “Permite analizar de manera gráfica las actividades de acuerdo con su valor de proximidad. Por ejemplo, si se toma como valor de proximidad la intensidad de recorrido, entonces el diagrama representará la necesidad de minimizar las distancias entre las áreas de trabajo” (p.306).

### - Cálculo de las superficies de distribución

Para poder distribuir correctamente las áreas requeridas en la organización, lo primero que se debe hacer es medir las superficies requeridas para la cantidad de maquinarias y movimientos de elementos en la organización, para lo que se utilizará el método GUERCHET. Se aplica partiendo de la información de maquinaria y equipos de la organización, según esta información podemos estimar las necesidades de espacio que requiere, teniendo en cuenta el número de operarios. Para definir las estaciones de trabajo y determinar el área requerida existen varios métodos.

### - Método Guerchet.

Según Díaz *et alii* (2007) “Este método arroja el área requerida en una específica zona en donde hay maquinarias y equipos, además del número de operarios y equipos de acarreo.” p.287.

Gráfico N° 11: Esquema Método Guerchet

METODO GUERCHET											
MÁQUINAS	CANTIDAD	N (lados)	A (ancho)	L (largo)	H (alto)	Ss (l x a)	Sg (Ss x N)	Se (Ss + Sg)k	h (promedio)	ST ( Ss + Sg + Se)	ST*N
	0								0.00		0.00

$$h \text{ prom} = \frac{\sum h}{\sum \text{Cantidad}}$$

$$k$$

Fuente: Elaboración Propia

### **Área total requerida**

$$ST = SS + SG + SE$$

Superficie estática (SS): es el área que ocupan las máquinas y equipos estén funcionando o no.

$$SS = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

Superficie Gravitacional (SG): es el área que requiere el operario operando la maquinaria alrededor del puesto de trabajo.

$$SG = SS (\text{área}) \times \# \text{ de lados por donde operar la maquinaria (N)}$$

Superficie Evolutiva (SE): Espacios entre los puestos de trabajo para los desplazamientos. Para su cálculo se usa un factor “k” (coeficiente de evolución) que muestra una medida ponderada de las alturas de los elementos móviles y estáticos.

$$SE = (SS + SG) k$$

K es un factor que surge del resultado de la altura promedio de elementos móviles entre altura promedio de herramientas estáticas.

En los elementos móviles se considera el traslado del personal (para operarios se considera una altura promedio de 1.65 m.)

$$K = H \text{ prom M} / H \text{ prom E}$$

#### **1.3.5.2 Técnicas de las relaciones entre actividades.**

Una vez que ya se tiene el cálculo de los espacios que se requerirán para la planta y máquinas por el método Guerchet, ahora se puede analizar la disposición de los mismos.

##### **- Tabla relacional**

La construcción de esta tabla se apoya en: La tabla de valor de proximidad y lista de razones o motivos.

Díaz *et alii* (2007) indica que esta tabla permite integrar todos los servicios en conjunto, cada casilla representa la intersección de dos actividades que a su vez

este partido en dos por la mitad. La parte de arriba indica el valor de aproximación y la de abajo las razones para que se coloque ese valor (p. 303).

Para la realización de la tabla relacional se necesitan dos elementos:

- Lista de motivos
- Tabla de valor de proximidad

Esquema de la tabla:

Gráfico N° 12: Escala de valores para la proximidad de actividades

CODIGO	Valor de Proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal
U	Sin importancia
X	No recomendable

Fuente: Díaz *et alii* (2007, p.304).

El gráfico muestra la escala de los valores para el cuadro de actividades, siendo el más necesario la (A) y el menos necesario (X)

Gráfico N° 13: Formato de presentación de la tabla relacional de actividades

ACTIVIDADES

1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Fuente: Díaz *et alii* (2007, p.304).

Formato de la presentación de la tabla relacional que se debe realizar colocando las respectivas letras de acuerdo a su relevancia.

Cada casillero indica:

- En la parte de arriba el Valor de proximidad
  - En la parte de abajo el número del motivo que sustenta el valor de proximidad elegido (la lista de motivos es recomendable hacerla de acuerdo al conocimiento que se tenga sobre las operaciones en la organización).
- **Diagrama relacional de actividades**

Huillca y Monzón (2015) “Muestra las relaciones de cada departamento, oficina o área de servicios con cualquier otro departamento y área. Se emplean en este caso símbolos de cercanía para reflejar la importancia de cada relación” (p.19).

Para su construcción es necesario:

- Un conjunto de símbolos para identificar y diferenciar las actividades
- Un método que permita identificar la proximidad y la intensidad de las actividades y el recorrido del producto.

Gráfico N° 14: Identificación de actividades

SIMBOLO	COLOR	ACTIVIDAD
	ROJO	
	VERDE	
	AMARILLO	
	NARANJA	
	AZUL	
	NEGRO	

Fuente: Díaz *et alii* (2007, p.306).

El cuadro muestra el tipo de llenado para la identificación de las actividades, cada una con su respectivo gráfico.

Gráfico N° 15: Códigos de las proximidades

CODIGO	PROXIMIDAD	COLOR	N° DE LINEAS
A	Absolutamente necesario	ROJO	
E	Especialmente importante	VERDE	
I	Importante	AMARILLO	
O	Normal	NARANJA	
U	Sin importancia	AZUL	
X	Altamente no deseable	NEGRO	

Fuente: Díaz *et alii* (2007, p.306).

El gráfico muestra la colocación del número de líneas y los colores para poder visualizar los recorridos con mayor facilidad

- **Diagrama relacional de espacios**

Según Díaz *et alii* (2007) una vez teniendo el diagrama por layout podemos realizar el diagrama relacional de espacios que incluye las dimensiones de cada área y un orden tentativo, este método no contempla el flujo del proceso (p. 308).

- **Distribución General en conjunto**

Teniendo en cuenta la distribución por layout y habiendo determinado los espacios, podemos diseñar la distribución deseada. Este método considera las limitaciones de áreas, evalúa las necesidades de producción y el flujo menor, además establece patrones básicos de circulación.

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema general**

¿De qué manera la distribución de planta incrementa la productividad de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017?

### **1.4.2 Problemas específicos:**

¿De qué manera la distribución de planta optimiza el uso eficiente de los recursos materiales en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017?

¿De qué manera la distribución de planta optimiza la continuidad de flujo productivo de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017?

## **1.5 Justificación del estudio**

### **1.5.1 Justificación teórica**

En el ámbito actual en que se manejan las organizaciones en donde se tienen que enfrentar a un nivel de competencia fuerte, es necesario, incluso para su supervivencia, que mejoren en todas las áreas y aspectos de manera fluida y constante. La disposición de plantas industriales infiere la mejor ubicación de materiales, equipos y maquinarias de las organizaciones

Muther (1981) menciona que, “la distribución de planta solo es precedida por la correcta instalación de esta maquinaria y equipos, además alega que una correcta distribución de planta no solo es importante para mejorar la eficiencia o la productividad de una organización, sino también la supervivencia de alguna organización” (p.14).

Además, Según Huilca y Monzón (2015) indicaron que, “el diseño de nuevos y amplios pasillos que eran utilizados para el traslado de operarios y materiales y la ubicación conjunta de áreas, lograron disminuir los tiempos de traslados, logrando las reducciones en 203% en hornos estacionarios y 223% en hornos rotativos. Además, la distribución de planta, permitió juntar todas las secciones de trabajo en una sola planta que era la que tenía mayor área, generando así la reducción de tiempo en el despacho hacia el cliente”. (p.95)

Como podemos apreciar, el tener como base esta metodología aplicada en cada área en el que se puedan encontrar oportunidades de mejora, será beneficioso en medida que se sigan correctamente las directrices que se indican en la teoría.

### **1.5.2 Justificación práctica**

Con la implementación de la distribución de planta la organización podrá identificar los cuellos de botella y el mal uso del espacio, aplicar herramientas de mediciones y generar una redistribución de máquinas, equipos y materiales para lograr resultados en las áreas que se requieran y en donde se hayan aplicado parámetros de medición para controlar y seguir el proceso; también deberá realizar las acciones necesarias y correctivas de ser necesario para lograr eficacia y adelantarse a posibles errores en la ejecución; deberá además haber un periodo de prueba en donde se midan y valoren estos cambios para hacer los ajustes pertinentes.

### **1.5.3 Justificación social**

Una correcta distribución de la organización generará un bienestar en el entorno de trabajo, llámese stakeholders internos y que generará una reacción en cadena que se reflejará en el trato a los clientes y comunidad en general.



## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

La distribución de planta incrementará la productividad total de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

La distribución de planta optimizará el uso eficiente de los recursos materiales en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

La distribución de planta optimizará la continuidad de flujo productivo en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Determinar de qué manera la distribución de planta incrementará la productividad total de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Establecer de qué manera la distribución de planta optimizará el uso eficiente de los recursos materiales de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

Establecer de qué manera la distribución de planta optimizará la continuidad de flujo productivo de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Diseño de investigación**

Valderrama (2010) “La base fundamental de algún proyecto es la metodología; se refiere a la definición de los puntos de análisis, las técnicas de recolección y observación de datos, instrumentos de medición, procesos y técnicas de análisis. Hace que se interpreten los resultados en función del problema que se estudia, haciendo más fácil la aceptación de las hipótesis alternas y rechazando la hipótesis nula” (p.163).

La presente investigación es de tipo aplicada, del subnivel descriptivo aplicativo ya que se busca conocer un problema y plantear una solución a esa realidad problemática. Según Valderrama (2010), “La investigación aplicada busca conocer para hacer, actuar, construir y modificar; le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad concreta. Este tipo de investigación es la que realiza o deben realizar los egresados del pre- y posgrado de las universidades, para conocer la realidad social, económica, política y cultural de su ámbito, y plantear soluciones concretas, reales, factibles y necesarias a los problemas planteados” (p.165).

Esta investigación es de nivel explicativo ya que se intenta buscar el porqué de una problemática mediante la relación causa-efecto y en donde se observa los resultados de la variable dependiente con una prueba pre y post. Según Valderrama (2010), el nivel explicativo es más estructurado que los otros niveles de investigación. La observación de los resultados en la variable dependiente se realiza mediante la administración de una prueba de entrada y otra de salida (p.174)

El diseño de la presente investigación es de tipo Experimental, del sub grupo cuasi experimental, porque se manipulará una variable independiente y se observará el efecto en la variable dependiente. Según Valderrama (2010) “Los diseños cuasi experimentales también manipulan al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes, solo difieren de los experimentos “verdaderos” en el grado de seguridad o confiabilidad sobre la equivalencia de los grupos” (p.65).

## 2.2 Variables, operacionalización

Tabla N° 03: Matriz de Operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Sub-dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Distribución de planta	Muther dice: “La misión es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo y al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los empleados” (1981, P.15).	Consiste en cuantos metros cuadrados están destinados para las diferentes áreas de producción	Layout	Método Guerchet	<u>Espacio utilizado actual</u> <i>Espacio utilizado Propuesto</i>	Razón
		Consiste en la mínima distancia recorrida entre las diferentes áreas para optimizar el uso de recursos.		Método Diagrama relacional de actividades	<u>Distancia recorrida actual</u> <i>Distancia recorrida Propuesta</i>	Razón
Productividad	Martínez afirma: “La productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, conocimiento, energía, etc., son usados para producir bienes y servicios en el mercado” (1995, P.2).	Consiste en el tiempo utilizado para la producción de un lote.	Eficiencia	Tiempo de producción	<u>Horas Hombre Actual</u> <i>Horas Hombre Estimadas</i>	Razón
		Consiste en la cantidad de productos que se realizan en un determinado tiempo óptimo.	Eficacia	Nivel de Producción	<u>Unidades Producidas</u> <i>Unidades Programadas</i>	Razón

Fuente: Elaboración propia

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1. Unidad de análisis**

En la presente investigación se tomará como unidad de análisis el proceso que se realiza por los operarios en las diferentes áreas de la planta de producción.

Según Valderrama, 2015 “es un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados” (p. 182).

### **2.3.2 Población**

La población que conformará la presente investigación consta de la toma de datos en 90 días que equivalen a 45 tomas de datos antes de la aplicación de las herramientas y 45 tomas de datos después de la aplicación de las herramientas.

### **2.3.3 Muestra**

La muestra que será considerada para la investigación es no aleatoria ya que el total de las observaciones no tienen la misma oportunidad de ser tomados y por consiguiente se tomaran de acuerdo a la conveniencia de diferentes factores del investigador.

Por lo tanto, el tamaño de la muestra será igual al de la población en estudio: 45 tomas de datos antes de la aplicación de las herramientas y 45 tomas de datos después de la aplicación de las herramientas.

### **2.3.4 Muestreo**

Para la determinación del muestreo se utilizó un método no probalístico, siendo el elegido el método por conveniencia o intencional, tal como indica Valderrama (2015) “Es el proceso de selección de una parte representativa de la población, la cual permite estimar los parámetros de la población. Un parámetro es un valor numérico que caracteriza a la población que es objeto de estudio (p.188).

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

En este punto se recolecta información en cuanto a conceptos o variables en estudio por lo que existen fuentes primarias y secundarias.

En cuanto a las fuentes primarias se utilizará pues, la observación como principal herramienta, además de los aportes de los asesores. Por otra parte, en cuanto a las secundarias los datos que se recolectan de los trabajos de investigación como tesis y/o libros de las diferentes bibliotecas.

### **Instrumento de recolección de datos:**

En la presente investigación, para medir las variables se utilizará la herramienta de check-list.

**Check-List:** Lista de control o chequeo, son formatos que se utilizan para controlar, medir y registrar actividades de manera ordenada y sistemática. Mediante el análisis de la situación de la empresa, se obtiene la información necesaria para la preparación de la lista de verificación que permite llevar a cabo el registro de una forma correcta. En ocasiones las listas de chequeo se detallan en mayor grado y se establecen métodos cuantificados, por ejemplo:

- Lista de actividades: El encargado utiliza una lista de actividades que quiere controlar. Para cada una de ellas verifica si realmente se está realizando y además puntúa, según una determinada escala, el grado de adecuación y efectividad.
- Diagrama de flujo. Es un check-list para realizar un registro por actividades o tareas. El encargado dispone de un diagrama de flujo completo de la actividad en el que se indican, para cada uno de los puntos críticos, todos los elementos de la misma: personas, materiales, equipos e información.

### **2.5 Validez y confiabilidad.**

En cuanto a la validez, esta se va medir con el juicio de los expertos, quienes evaluarán las variables, así como la matriz de operacionalización y los instrumentos que se utilizarán entonces decidirán si hay suficiencia en lo que se expone.

En cuanto a la confiabilidad, se han generado datos propios en hojas selladas y firmadas por la organización, como un comprobante de que las investigaciones se realizaron en campo.

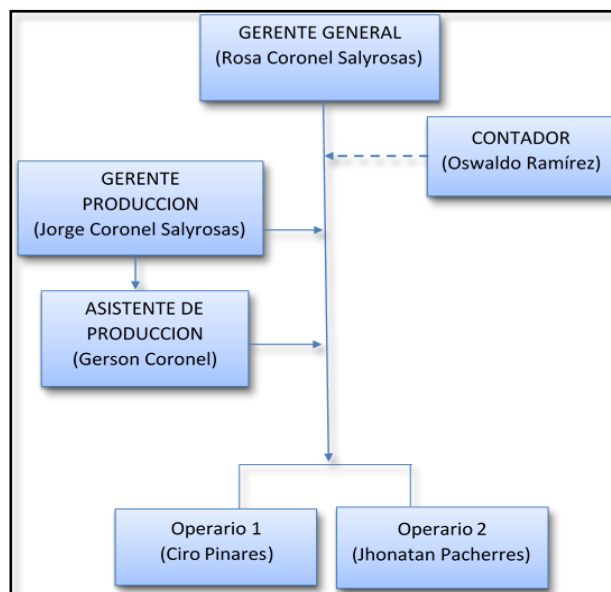
## 2.6 Desarrollo de la Propuesta

### 2.6.1 Situación Actual

La organización “Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L.” cuenta con más de 17 años en el sector de inyección de termoplásticos gracias al impulso que tuvo la utilización de productos plásticos en el país. Esto fue aprovechado de alguna manera por el entonces dueño de la organización Don Nicasio Coronel Gonzales, quien en el año 1999 decide cambiar de rubro de lo que inicialmente era una fundición para fabricar grifería, a la compra de maquinaria para inyección de plásticos. Empezando con la fabricación de grifería de PVC y hasta lo que se fabrica el día de hoy que es el producto principal, los precintos de seguridad para balones de gas. La organización encontró en las envasadoras de gas una necesidad de que sus productos salgan de planta con un sello de seguridad y gracias a la fusión de dos ideas se creó el precinto de seguridad para los balones de gas en donde encontró bastante mercado a nivel nacional y ha tentado a nivel internacional, en donde próximamente seguro incursionará. Ahora cuenta con algunos clientes principales entre los cuales están: INTI GAS, FLAMA GAS, ECONO GAS, SIPAN GAS, COSTA GAS, ALFA GAS, VITA GAS, ANTA GAS, etc.

La organización se divide de la siguiente manera: Área Administrativa, Producción y Almacenes, tal como lo muestra el siguiente organigrama:

Gráfico N° 16: Organigrama de la organización



Fuente: Elaboración Propia

Esta investigación abarca toda la planta de la empresa Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L., la infraestructura cuenta de dos pisos separados y está separado en cuatro áreas: (primer piso) almacén de materia prima, almacén de producto terminado y producción; (segundo piso) oficina de gestión.

El área de Producción cuenta con dos operarios que trabajan en dos turnos al día, los cuales están subordinados hacia el asistente que a la vez está subordinado a las dos gerencias.

En almacén se hace uso de una pizarra para controlar el inventario de mercadería, el cual es actualizado por los operarios cada vez que hay entradas y salidas de productos.

La empresa no cuenta con una buena cadena de suministros, en cuanto a la cadena de suministro externa, no cuenta proveedores definidos, lo que ha ocasionado alguna vez el desabastecimiento de materia prima sea en polietileno, sacos, bolsas o tintes. En cuanto a la cadena de suministros interna, existe una falta de comunicación entre el área de gestión (oficinas del segundo piso) y el resto de áreas.

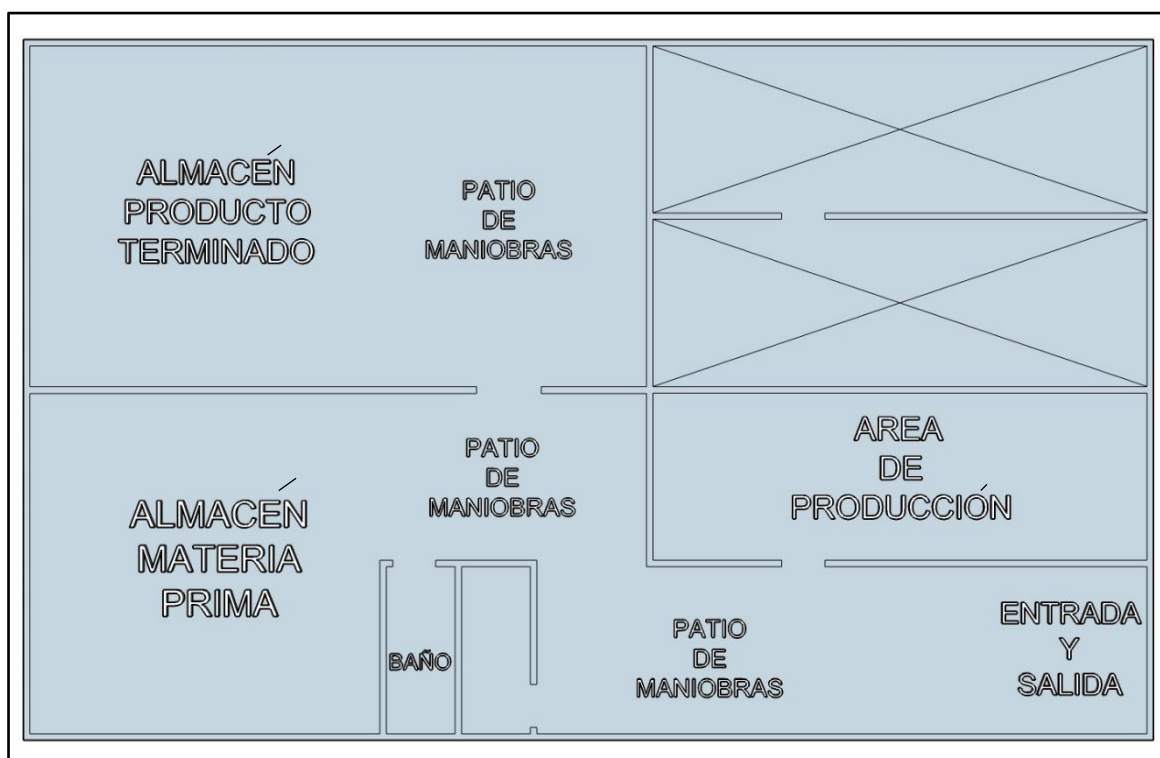
Uno de los principales problemas es que en la empresa salta a la vista la mala distribución de las áreas lo que nos permite ver y analizar la falta de conexión entre las áreas de recepción de materia prima, almacén de materia prima, área de proceso, almacén de producto terminado y oficinas; que origina incluso, el incumplimiento de pedidos y la baja productividad de la organización.

Además, se encuentran problemas en el área de producción, donde no existe un mantenimiento de equipos establecido, la calidad del producto es variable por lotes y existe una cantidad de productos no conformes que se convierten en mermas y pasan a su re uso. Los tiempos muertos en el proceso productivo (transportes), los tiempos de preparación de máquinas muy largos, los cuales ocurren cuando se apaga y prende la maquinaria. El tiempo del cambio de molde es alto ya que no hay una correcta distribución de herramientas idóneas para su rápido uso. La falta de capacitación del personal es un problema que conlleva a muchos otros problemas como los accidentes que también afectan a la productividad de la organización. El tiempo improductivo y la no continuidad en el flujo del proceso productivo son

problemas que generan cuellos de botella en todo el proceso y entorpecen la velocidad de la operación.

Otros de los problemas que se observan y que nos mencionan los operarios son la falta de seguridad de las máquinas, hay algunas que tienen filos y no están con salvaguardas, no se les da el mantenimiento correcto y las maquinarias algunas ya han excedido su tiempo de vida útil. Adicional a esto, los operarios no cuentan con un área específica en donde hacerse el cambio de ropa o no cuentan con un armario adecuado y no hay áreas comunes en donde puedan almorzar las veces que se quedan en planta.

Gráfico N° 17: Layout de la organización - mini

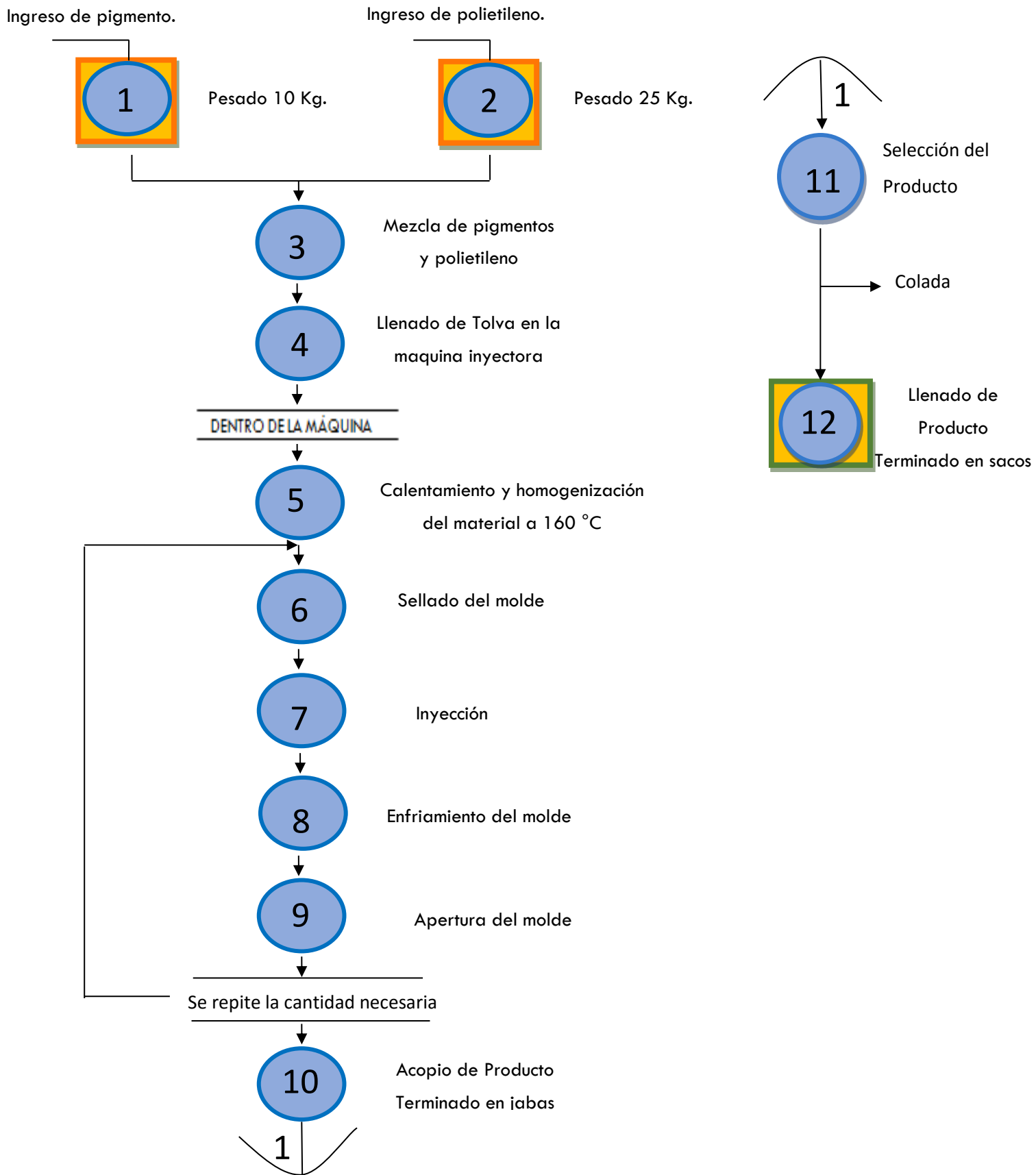


Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el grafico muestra el layout de la organización que cuenta con una entrada y salida para todas las demás áreas, adicional a esto se puede observar que el área de producción se encuentra en la parte delantera y los almacenes por donde se hace la mayoría de recorridos están en la parte de atrás.



### 2.6.1.1 Diagrama de operaciones del producto DOP (antes de la mejora)



### 2.6.1.2 Diagrama de Actividades del Proceso DAP (antes de la mejora)

Tabla N° 04: Diagrama DAP – Antes de Mejora

LUGAR: GRIFERIA INDUSTRIAL Y COMERCIAL NC S.R.L.					Fecha:	
OPERARIO:					Ficha N°:	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO					OBS.
	○	□	⇒	D	▽	Tiempo P.
1. Recepción de Polietileno (por bolsa)	●					7.7
2. Traslado a almacén de Materia Prima (por bolsa)			●			38.2
3. Almacenaje de Polietileno (por bolsa)					●	7.2
4.Traslado hacia recepción de Materia Prima			●			37.4
5. Recepción y pesaje de Pigmentos (por bolsa)	●					6.1
6. Traslado a almacén de Materia Prima (por bolsa)			●			35.6
7. Almacenaje de Pigmentos. (por bolsa)					●	5.8
8. Traslado de Materia Prima a área de Producción. (por bolsa)			●			32.9
9. Mezcla de materiales. (por bolsa)	●					543.7
10. Llenado de tolva de máquina. (por bolsa)	●					25.8
11. Calentamiento y homogenización del material.	●					613.3
12. Sellado de molde. (por golpe)	●					23,809
13. Inyección de plástico. (por golpe)	●					
14. Enfriamiento de molde. (por golpe)	●					
15. Apertura de molde. (por golpe)	●					
16. Acopio de producto terminado en jabas.	●					56
17. Selección de producto terminado.		●				337.3
18. Llenado en sacos. (por saco)	●					317.3
19. Transporte a almacén de Producto Terminado. (por saco)			●			40.5
20. Almacenaje de Producto terminado. (por saco)					●	9.6
21. Retorno hacia área de producción.			●			38.9
TOTAL	11	1	6	0	3	25,962.3

Fuente: Elaboración Propia

Los diagramas de operaciones del proceso (DOP) y diagrama de actividades del proceso (DAP), nos dan una idea del proceso en sí y además del flujo del proceso y sus tiempos, en el caso del DAP es más detallado y es en el que se va a sentar el estudio para hacer las mediciones que nos permitan saber si la mejora de la distribución mejorará la productividad de la organización.

Siguiendo con la Planeación Sistemática de la Distribución de Planta y sus fases para aplicarlas, cabe recordar que en la fase de LOCALIZACIÓN se tuvo una reunión con la gerencia y se acordó no modificar la localización de la planta, por lo que se prosigue con la fase de PLANEAMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN COMPLETA.

- De acuerdo con el paso N° 2 de la metodología SLP se prosigue a realizar las mediciones durante el periodo de muestra (45 días) antes de aplicar la nueva distribución de la organización. Dando como resultado: (Ver Anexo 15)

### 2.6.1.3 Estudio de tiempos antes de la mejora

Tabla N° 05: Estudio de tiempos por actividades – Antes de mejora (Segundos)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Recepción de Polietileno	32	24	36	28	32	32	28	32	36	28	24	36	32	24	32	36	28	24	36
2. Traslado a almacén de Materia Prima	160	156	148	156	148	156	160	148	156	148	152	148	156	152	156	156	152	160	152
3. Almacenaje de Polietileno	28	32	32	32	32	32	32	32	32	28	28	32	32	24	28	28	28	24	32
4. Traslado hacia área de recepción de Materia	37	38	37	38	35	36	38	36	39	36	37	38	39	36	37	37	36	39	38
5. Recepción y pesaje de Pigmentos	5	7	5	7	7	6	5	5	7	6	5	6	6	6	6	7	5	6	5
6. Traslado a almacén de Materia Prima	38	35	35	36	34	35	35	35	38	35	36	37	35	35	38	35	33	38	36
7. Almacenaje de Pigmentos	6	5	5	5	6	7	5	6	5	7	6	7	5	5	7	5	6	6	6
8. Traslado de MP a área de Producción	374	363	352	352	363	352	374	352	363	352	363	363	374	352	352	374	363	363	352
9. Mezcla de materiales	2640	1680	1920	1680	2400	2880	2400	2880	2640	1200	2400	1920	1440	2880	1680	1200	1920	2640	3360
10. Llenado de tolva de maquina inyectora	120	112	100	84	104	104	120	104	104	120	104	112	100	104	104	100	108	96	96
11. Calentamiento y homogenización del material	480	600	660	540	720	540	480	540	480	780	540	600	420	600	480	720	540	600	780
12. Sellado de molde	23292	24917	22750	24375	21667	16250	18958	24375	23833	26000	23833	24917	26000	24375	21667	22750	26000	24917	26542
13. Inyección de plástico																			
14. Enfriamiento de molde																			
15. Apertura de molde																			
16. Acopio de producto terminado en jabs	540	530	450	495	448	300	350	450	468	530	522	570	560	531	496	486	550	580	540
17. Selección de producto terminado	3240	2400	2700	2160	2400	1440	1680	1620	3240	3600	2160	3000	3600	3240	3360	2160	3000	4200	4200
18. Llenado en sacos	3780	3600	1620	3240	1920	1080	1680	2160	3600	3240	2400	3600	2700	1920	2160	4200	3600	3600	3600
19. Transporte a almacén de Producto Terminado	387	400	378	369	312	240	287	360	378	390	360	420	390	360	336	351	410	420	390
20. Almacenaje de Producto terminado	90	120	72	63	56	36	42	99	99	80	81	80	110	81	56	99	80	70	120
21. Retorno hacia área de Producción	360	380	369	369	320	228	273	342	351	370	369	380	390	351	304	333	400	390	410
TIEMPOS TOTALES SEGUNDOS	35609	35399	31669	34029	31004	23754	26947	33576	34429	37310	34260	35066	37289	35856	31059	31037	37859	38173	40695
SACOS PRODUCIDOS	9	10	9	9	8	6	7	9	9	10	9	10	10	9	8	9	10	10	10

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
36	28	24	28	32	32	32	24	36	28	32	36	36	28	24	36	32	28	28	32	36	36	28	28	32	36
156	148	148	152	156	148	160	148	152	148	152	152	148	156	152	156	156	152	148	160	156	152	152	148	152	152
28	24	28	24	24	32	24	28	28	28	32	24	32	28	32	32	32	28	32	28	24	32	28	28	24	28
37	36	38	39	38	38	37	39	38	39	38	37	36	38	39	36	38	39	40	38	36	38	35	36	38	37
6	6	6	7	7	7	5	6	6	6	5	7	6	7	7	6	7	6	6	7	7	5	6	5	7	6
35	34	37	37	38	35	36	38	36	36	35	33	34	36	38	35	34	33	35	32	34	36	37	35	37	36
5	7	6	5	6	5	6	6	6	7	6	5	6	5	7	6	6	5	7	5	5	6	6	6	7	6
385	352	330	352	363	374	385	374	374	363	352	352	363	385	363	352	363	352	374	363	352	385	374	352	363	352
2400	1920	2160	1680	2400	2400	2640	1920	2400	2160	2880	2640	1920	2160	1680	1920	1680	2400	1680	1440	2400	1920	2400	1920	2160	2640
104	108	120	112	104	96	84	92	88	100	108	96	108	116	112	104	112	104	96	88	108	100	112	96	88	92
540	420	600	840	480	540	660	540	540	480	660	720	780	540	720	840	780	660	540	720	660	720	660	540	600	720
24375	21667	20583	24375	25458	23292	24375	23292	24917	26000	23292	22750	20583	23292	24917	24375	23292	24917	26000	26542	23833	24375	25458	24917	23292	23833
522	432	448	522	570	504	531	513	620	560	531	486	464	531	540	486	495	580	540	580	504	558	570	580	477	495
3240	2400	2400	3780	3600	3780	3240	3240	2400	3000	3240	2700	2880	3240	4200	3240	2700	4200	3600	3600	3780	2700	4200	3600	3240	3780
2700	3360	2880	2700	4200	3240	2700	2700	4200	3600	2700	2700	2400	3240	3600	2700	2160	3600	3000	4200	3240	2160	3600	3000	2160	2700
351	320	328	360	430	360	351	369	400	420	369	360	312	387	410	351	360	390	420	400	351	369	400	430	351	369
81	64	64	90	120	72	90	108	90	90	90	90	88	81	120	72	99	120	100	110	81	81	120	100	99	108
342	312	296	351	380	342	351	369	380	400	333	351	320	360	380	351	378	390	410	380	360	333	380	370	351	333
35343	31638	30496	35454	38406	35297	35707	33806	36711	37465	34855	33539	30516	34630	37341	35098	32720	38004	37056	38725	35967	34006	38566	36195	33474	35723
9	8	8	9	10	9	9	9	10	10	9	9	8	9	10	9	9	10	10	10	9	9	10	10	9	9

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el estudio de tiempos durante 45 días, fue tomado en segundos según la cantidad que producían en el día, en donde se encuentran los transportes innecesarios.

A continuación, se muestra el cuadro con tiempos por turno en minutos: (Ver Anexo 16)

Tabla N° 06: Estudio de tiempos por actividades – Antes de mejora (Minutos)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Recepción de Polietileno	0.53	0.40	0.60	0.47	0.53	0.53	0.47	0.53	0.60	0.47	0.40	0.60	0.53	0.40	0.53	0.60	0.47	0.40	0.60
2. Traslado a almacén de Materia Prima	2.67	2.60	2.47	2.60	2.47	2.60	2.67	2.47	2.60	2.47	2.53	2.47	2.60	2.53	2.60	2.60	2.53	2.67	2.53
3. Almacenaje de Polietileno	0.47	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.47	0.47	0.53	0.53	0.40	0.47	0.47	0.47	0.40	0.53
4. Traslado hacia área de recepción de Materia	0.62	0.63	0.62	0.63	0.58	0.60	0.63	0.60	0.65	0.60	0.62	0.63	0.65	0.60	0.62	0.62	0.60	0.65	0.63
5. Recepción y pesaje de Pigmentos	0.08	0.12	0.08	0.12	0.12	0.10	0.08	0.08	0.12	0.10	0.08	0.10	0.10	0.10	0.12	0.08	0.10	0.08	
6. Traslado a almacén de Materia Prima	0.63	0.58	0.58	0.60	0.57	0.58	0.58	0.58	0.63	0.58	0.60	0.62	0.58	0.58	0.63	0.58	0.55	0.63	0.60
7. Almacenaje de Pigmentos	0.10	0.08	0.08	0.08	0.10	0.12	0.08	0.10	0.08	0.12	0.10	0.12	0.08	0.08	0.12	0.08	0.10	0.10	0.10
8. Traslado de Materia Prima a área de Producción	6.23	6.05	5.87	5.87	6.05	5.87	6.23	5.87	6.05	5.87	6.05	6.05	6.23	5.87	5.87	6.23	6.05	6.05	5.87
9. Mezcla de materiales	44.00	28.00	32.00	28.00	40.00	48.00	40.00	48.00	44.00	20.00	40.00	32.00	24.00	48.00	28.00	20.00	32.00	44.00	56.00
10. Llenado de tolva de maquina inyectora	2.00	1.87	1.67	1.40	1.73	1.73	2.00	1.73	1.73	2.00	1.73	1.87	1.67	1.73	1.73	1.67	1.80	1.60	1.60
11. Calentamiento y homogenización del material	8.00	10.00	11.00	9.00	12.00	9.00	8.00	9.00	8.00	13.00	9.00	10.00	7.00	10.00	8.00	12.00	9.00	10.00	13.00
12. Sellado de molde	388	415	379	406	361	271	316	406	397	433	397	415	433	406	361	379	433	415	442
13. Inyección de plástico																			
14. Enfriamiento de molde																			
15. Apertura de molde																			
16. Acopio de producto terminado en jabas	9.00	8.83	7.50	8.25	7.47	5.00	5.83	7.50	7.80	8.83	8.70	9.50	9.33	8.85	8.27	8.10	9.17	9.67	9.00
17. Selección de producto terminado	54.00	40.00	45.00	36.00	40.00	24.00	28.00	27.00	54.00	60.00	36.00	60.00	50.00	60.00	54.00	56.00	36.00	50.00	70.00
18. Llenado en sacos	63.00	60.00	27.00	54.00	32.00	18.00	28.00	36.00	36.00	60.00	54.00	40.00	60.00	45.00	32.00	36.00	70.00	60.00	60.00
19. Transporte a almacén de Producto Terminado	6.45	6.67	6.30	6.15	5.20	4.00	4.78	6.00	6.30	6.50	6.00	7.00	6.50	6.00	5.60	5.85	6.83	7.00	6.50
20. Almacenaje de Producto terminado	1.50	2.00	1.20	1.05	0.93	0.60	0.70	1.65	1.65	1.33	1.35	1.33	1.83	1.35	0.93	1.65	1.33	1.17	2.00
21. Retorno hacia área de Producción	6.00	6.33	6.15	6.15	5.33	3.80	4.55	5.70	5.85	6.17	6.15	6.33	6.50	5.85	5.07	5.55	6.67	6.50	6.83
TIEMPOS TOTALES MINUTOS	593	590	528	567	517	396	449	560	574	622	571	584	621	598	518	517	631	636	678
SACOS PRODUCIDOS	9	10	9	9	8	6	7	9	9	10	9	10	10	9	8	9	10	10	10

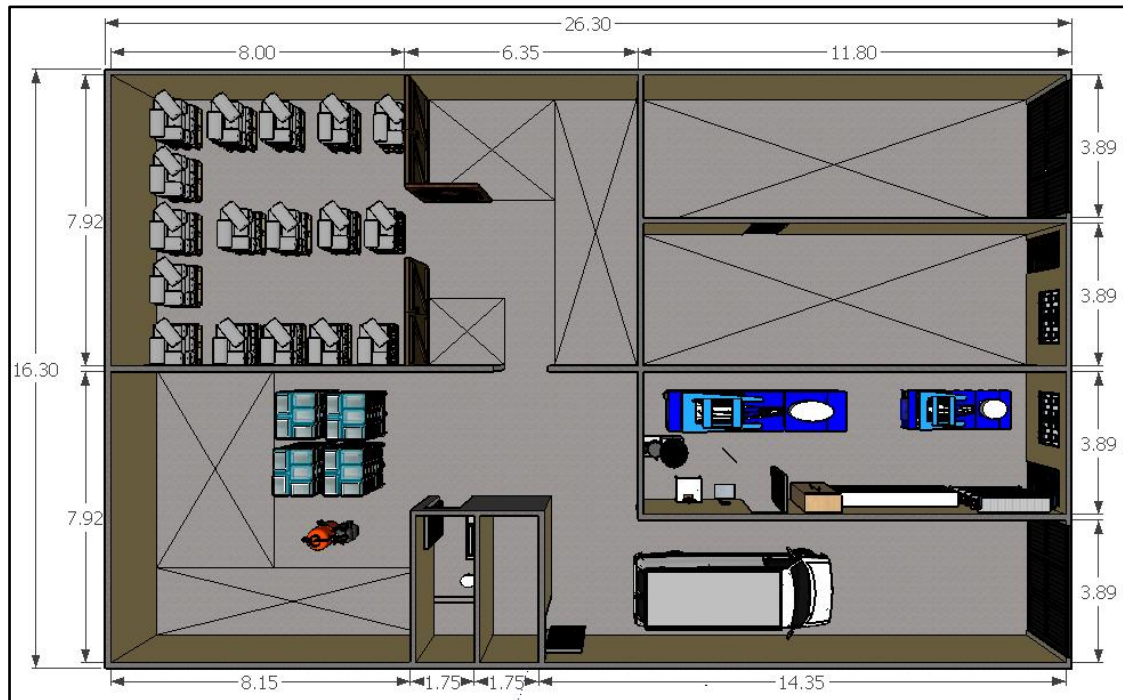
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
0.60	0.47	0.40	0.47	0.53	0.53	0.53	0.40	0.60	0.47	0.53	0.60	0.60	0.47	0.40	0.60	0.53	0.47	0.47	0.53	0.60	0.60	0.47	0.47	0.53	0.60
2.60	2.47	2.47	2.53	2.60	2.47	2.67	2.47	2.53	2.47	2.53	2.47	2.60	2.53	2.60	2.60	2.53	2.47	2.67	2.60	2.53	2.53	2.53	2.47	2.53	
0.47	0.40	0.47	0.40	0.40	0.53	0.40	0.47	0.47	0.47	0.53	0.40	0.53	0.47	0.53	0.53	0.47	0.47	0.53	0.47	0.40	0.53	0.47	0.47	0.40	0.47
0.62	0.60	0.63	0.65	0.63	0.63	0.62	0.65	0.63	0.65	0.63	0.62	0.60	0.63	0.65	0.60	0.63	0.65	0.67	0.63	0.60	0.63	0.58	0.60	0.63	0.62
0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.12	0.08	0.10	0.10	0.10	0.08	0.12	0.10	0.12	0.12	0.10	0.12	0.10	0.12	0.12	0.08	0.10	0.08	0.12	0.10	
0.58	0.57	0.62	0.62	0.63	0.58	0.60	0.63	0.60	0.60	0.58	0.55	0.57	0.60	0.63	0.58	0.57	0.55	0.58	0.53	0.57	0.60	0.62	0.58	0.62	0.60
0.08	0.12	0.10	0.08	0.10	0.08	0.10	0.10	0.10	0.12	0.10	0.08	0.10	0.08	0.12	0.10	0.10	0.08	0.12	0.08	0.08	0.10	0.10	0.10	0.12	0.10
6.42	5.87	5.50	5.87	6.05	6.23	6.42	6.23	6.23	6.05	5.87	5.87	6.05	6.42	6.05	5.87	6.23	6.05	5.87	6.23	6.05	5.87	6.42	6.23	5.87	6.05
40.00	32.00	36.00	28.00	40.00	40.00	44.00	32.00	40.00	36.00	48.00	44.00	32.00	36.00	28.00	32.00	28.00	40.00	28.00	24.00	40.00	32.00	40.00	32.00	36.00	44.00
1.73	1.80	2.00	1.87	1.73	1.60	1.40	1.53	1.47	1.67	1.80	1.60	1.80	1.93	1.87	1.73	1.87	1.73	1.60	1.47	1.80	1.67	1.87	1.60	1.47	1.53
9.00	7.00	10.00	14.00	8.00	9.00	11.00	9.00	9.00	8.00	11.00	12.00	13.00	9.00	12.00	14.00	13.00	11.00	9.00	12.00	11.00	12.00	11.00	9.00	10.00	12.00
406	361	343	406	424	388	406	388	415	433	388	379	343	388	415	406	388	415	433	442	397	406	424	415	388	397
8.70	7.20	7.47	8.70	9.50	8.40	8.85	8.55	10.33	9.33	8.85	8.10	7.73	8.85	9.00	8.10	8.25	9.67	9.00	9.67	8.40	9.30	9.50	9.67	7.95	8.25
54.00	40.00	40.00	63.00	60.00	63.00	54.00	54.00	40.00	50.00	54.00	45.00	48.00	54.00	70.00	54.00	45.00	70.00	60.00	60.00	63.00	45.00	70.00	60.00	54.00	63.00
45.00	56.00	48.00	45.00	70.00	54.00	45.00	45.00	70.00	60.00	45.00	45.00	40.00	54.00	60.00	45.00	36.00	60.00	50.00	70.00	54.00	36.00	60.00	50.00	36.00	45.00
5.85	5.33	5.47	6.00	7.17	6.00	5.85	6.15	6.67	7.00	6.15	6.00	5.20	6.45	6.83	5.85	6.00	6.50	7.00	6.67	5.85	6.15	6.67	7.17	5.85	6.15
1.35	1.07	1.07	1.50	2.00	1.20	1.50	1.80	1.50	1.50	1.50	1.50	1.47	1.35	2.00	1.20	1.65	2.00	1.67	1.83	1.35	1.35	2.00	1.67	1.65	1.80
5.70	5.20	4.93	5.85	6.33	5.70	5.85	6.15	6.33	6.67	5.55	5.85	5.33	6.00	6.33	5.85	6.30	6.50	6.83	6.33	6.00	5.55	6.33	6.17	5.85	5.55
589	527	508	591	640	588	595	563	612	624	581	559	509	577	622	585	545	633	618	645	599	567	643	603	558	595
9	8	8	9	10	9	9	9	10	10	9	9	8	9	10	9	9	10	10	10	9	9	10	10	9	9

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el tiempo ocupado por el operario en el proceso de fabricación en sus 12 horas de trabajo es de 578 minutos en promedio (11 horas trabajadas = 660 minutos) al menos 82 minutos en los que realiza otras operaciones (limpieza, orden) o tiempo de uso de servicios y/o relajación por trabajo monótono.

Ahora se medirán las distancias de las áreas mediante un gráfico acotado utilizando el programa Sketchup: (Ver Anexo N° 21)

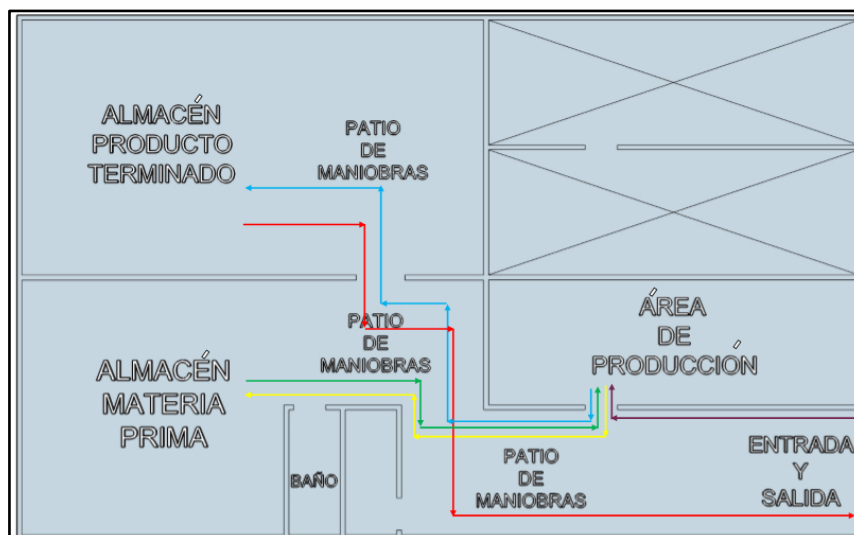
Gráfico N° 18: Plano en planta - mini



Fuente: Elaboración Propia

Seguido del plano de traslados de la producción: (Ver Anexo N° 20)

Gráfico N° 19: Layout de recorridos - mini



Fuente: Elaboración Propia

## 2.6.2 Aplicación de las herramientas de distribución de planta

### 2.6.2.1 Método GUERCHET

Prosiguiendo con la fase N° 3 del método SLP, entonces se procede a calcular las necesidades básicas requeridas para las diferentes áreas de la organización mediante el diagrama GUERCHET:

Tabla N° 07: Método GUERCHET en Almacén Materia Prima

METODO GUERCHET											
MAQUINAS	CANTIDAD	N	A (m)	L (m)	H (m)	Ss (m2)	Sg (m2)	h (promedio)	Se (m2)	St ( 1 maq)	St*n
Mat Pri	1	1	1.30	2.30	1.50	2.99	2.99	1.50	9.27	15.25	15.25
Compre	1	4	1.00	1.00	1.60	1.00	4.00	1.60	7.75	12.75	12.75
	2							3.10			28.00
h prom		1.55	k		1.28						

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el requerimiento del área en el almacén de materia prima es de 28 m<sup>2</sup> y actualmente se cuenta con 25 m<sup>2</sup>, quiere decir que hay necesidad de un cambio en cuanto a ampliación.

Tabla N° 08: Método GUERCHET en área de Producción

METODO GUERCHET											
MAQUINAS	CANTIDAD	N	A (m)	L (m)	H (m)	Ss (m2)	Sg (m2)	h (promedio)	Se (m2)	St ( 1 maq)	St*n
Inyectora A	1	2	1.14	4.50	2.50	5.13	10.26	2.50	19.05	34.44	34.44
Inyectora B	1	2	1.00	2.55	1.55	2.55	5.10	1.55	9.47	17.12	17.12
Molino	1	1	0.92	1.30	1.35	1.20	1.20	1.35	2.96	5.35	5.35
Balanza	1	1	0.40	0.70	0.90	0.28	0.28	0.90	0.69	1.25	1.25
Mezcladora	1	1	1.95	0.96	1.20	1.87	1.87	1.20	4.63	8.38	8.38
	5							7.50			66.53
h prom		1.5	k		1.24						

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el área que requiere es de 66.53 m<sup>2</sup>, sin embargo, se cuenta con 48 m<sup>2</sup> para el área de producción lo que genera congestionamiento y riesgo de accidentes en el área.

Por último, se aplica el método Guerchet en el Almacén de Producto terminado, cabe recalcar que las áreas que no tienen que ver directamente con el proceso de fabricación pueden exentarse de su aplicación.

Tabla N° 09: Método GUERCHET en Almacén de Producto Terminado

METODO GUERCHET											
MAQUINAS	CANTIDAD	N	A (m)	L (m)	H (m)	Ss (m2)	Sg (m2)	h (promedio)	Se (m2)	St ( 1 maq)	St*n
PALLETS	27	1	1.40	1.00	1.70	1.40	1.40	45.90	0.00	2.80	75.60
	27							45.90			75.60
			h prom 1.7			k 1.40					

Fuente: Elaboración Propia

Del mismo modo que las otras áreas, requiere de 75.6 m2 de espacio mínimo y se cuenta con 64 m2.

Tabla N° 10: Resumen de Áreas requeridas y actuales

MÉTODO GUERCHET		
ÁREA	REQUERIMIENTO	ACTUAL
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA	28m2	25 m2
PRODUCCIÓN	66.5 m2	48 m2
ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO	75.5 m2	64 m2

Fuente: Elaboración Propia

En conclusión, todas las áreas de la organización necesitan de más área para poder llevar sus labores de la mejor manera posible minimizando el riesgo de accidentes y teniendo un buen flujo dentro del proceso productivo.

Los valores que arroja el método Guerchet son referenciales, es decir, pueden ser modificados y ajustados de acuerdo al requerimiento de la organización, en este caso se realizó una junta directiva y se acordó el uso de áreas las cuales iban a ser mucho más grandes que las requeridas.

Por otra parte, desmenuzando los cuadros anteriores de tiempos, y centrándonos en la mejora, se calcularon las distancias recorridas

Tabla N° 11: Cuadro de distancias – Antes de mejora

	DISTANCIA (m)	VECES/TURNO	DISTANCIA RECORRIDA TOTAL (m)
1. Traslado a almacén de Materia Prima Polietileno	22.55	4	90.2
2. Traslado hacia área de recepción de Materia Prima	22.55	1	22.55
3. Traslado a almacén de Materia Prima Pigmentos	22.55	1	22.55
4. Traslado de MP a área de Producción	16.3	11	179.3
5. Transporte a almacén de Producto Terminado	24.1	9	216.9
6. Retorno hacia área de Producción	24.1	9	216.9
		TOTAL	748.4

Fuente: Elaboración Propia

El operario recorre una distancia de 748.4 metros por turno.

Ahora se analizarán los tiempos de gravitación del operario en todo el proceso.

Tabla N° 12: Cuadro de Tiempo de Ciclo – Antes de mejora

	TIEMPOS PROMEDIO	CANTIDAD DE VECES	TIEMPO TOTAL
1. Recepción de Polietileno	7.71	4	30.84
2. Traslado a almacén de Materia Prima	38.22	4	152.89
3. Almacenaje de Polietileno	7.20	4	28.80
4. Traslado hacia área de recepción de Materia Prima	37.45	1	37.45
5. Recepción y pesaje de Pigmentos	6.11	1	6.11
6. Traslado a almacén de Materia Prima	35.52	1	35.52
7. Almacenaje de Pigmentos	5.84	1	5.84
8. Traslado de Materia Prima a área de Producción	32.93	11	362.27
9. Mezcla de materiales	542.67	4	2170.67
10. Llenado de tolva de maquina inyectora	25.80	4	103.20
11. Calentamiento y homogenización del material	616.30	1	616.30
<b>PROCESO DENTRO DE MÁQUINA</b>			
16. Acopio de producto terminado en jabs	56.88	9	511.89
17. Selección de producto terminado	344.15	9	3097.33
18. Llenado en sacos	325.19	9	2926.67
19. Transporte a almacén de Producto Terminado	41.13	9	370.13
20. Almacenaje de Producto terminado	9.78	9	88.04
21. Retorno hacia área de Producción	39.49	9	355.38
	TOTAL	2172.37	SEG 10899.34
			MIN 181.66

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, el tiempo de gravitación del operario en el proceso (antes de la mejora) es de 181.66 minutos por turno de 12 horas



### 2.6.2.2 Método Relacional de Actividades

Fase N° 3 del Método SLP (Preparación al detalle): Se procede a realizar los cálculos y aplicar las herramientas según la necesidad de la organización:

#### Tabla Relacional de Actividades

A continuación, una vez que ya se tiene la certeza de que se tiene que modificar la planta se elaborará la tabla relacional de actividades para obtener la relación de cercanía entre las actividades.

Primero se realizan dos cuadros, uno que ya está estandarizado que es el cuadro de valor de proximidad y el segundo que es de acuerdo a la organización y el conocimiento que se tenga sobre el proceso de la misma, que es el de motivos.

Gráfico N° 20: Cuadro de Valor de proximidad

CÓDIGO	VALOR DE PROXIMIDAD
A	ABSOLUTAMENTE NECESARIO.
E	ESPECIALMENTE NECESARIO.
I	IMPORTANTE.
O	NORMAL U ORDINARIO.
U	SIN IMPORTANCIA.
X	NO RECOMENDABLE.

Fuente: Díaz *et alii* (2007, p.304).

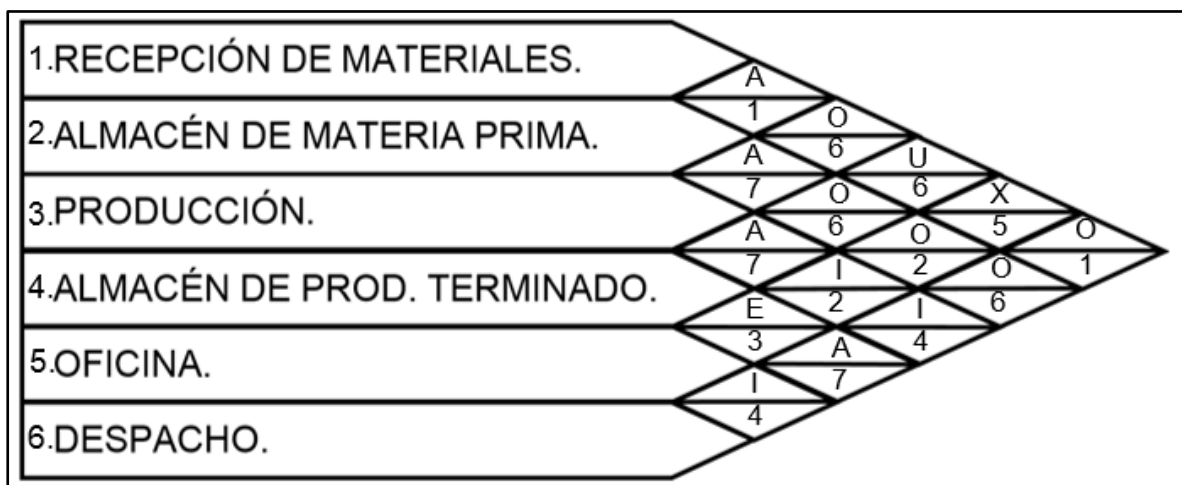
Gráfico N° 21: Cuadro de Motivos

CÓDIGO	MOTIVOS
1	INSPECCIÓN O CONTROL.
2	IMPORTANTE PRESENCIA DE OPERARIO.
3	IMPORTANTE PRESENCIA DE GERENCIA.
4	CONDICIONES AMBIENTALES OPTIMAS.
5	CONDICIONES DE SEGURIDAD ALTAS.
6	ALTO TRASLADO.
7	CORTO TRASLADO.

Fuente: Díaz *et alii* (2007, p.305).

Para luego proseguir a realizar el esquema de la tabla relacional indicando según la necesidad de cercanía y según el cuadro de motivos de cada letra que se coloca.

Gráfico N° 22: Tabla Relacional de Actividades



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 23: Cuadro de Resumen de las relaciones

<b>CONCLUSIÓN</b>	
A	(1,2) (2,3) (3,4) (4,6)
E	(4,5)
I	(3,5) (3,6) (5,6)
O	(1,3) (1,6) (2,4) (2,5) (2,6)
U	(1,4)
X	(1,5)

Fuente: Elaboración Propia





Como podemos obtener los valores de proximidad de cada una teniendo en cuenta que esta tabla relacional servirá para aplicar en las siguientes herramientas.

Nota: cada cuadro de motivos es distinto según el tipo de organización y a que se dediquen en la organización, todos los motivos pueden ser modificados y son distintos, por eso deben ser realizados por personal competente en el área de producción.

### Diagrama Relacional de Actividades

Una vez que ya se tiene el resultado de la tabla relacional con el esquema, se procede a realizar el diagrama relacional de actividades, el cual es una técnica que nos permite examinar las actividades de acuerdo con el valor de proximidad de cada una con el fin de presentar la mínima distancia entre áreas teniendo en cuenta su necesidad de proximidad.

Gráfico N° 24: Identificación de Actividades

<b>IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES</b>	
	OPERACIÓN / PRODUCCIÓN
	ALMACENAJE
	CONTROL
	ADMINISTRACIÓN

Fuente: Díaz *et alii* (2007, p.306).

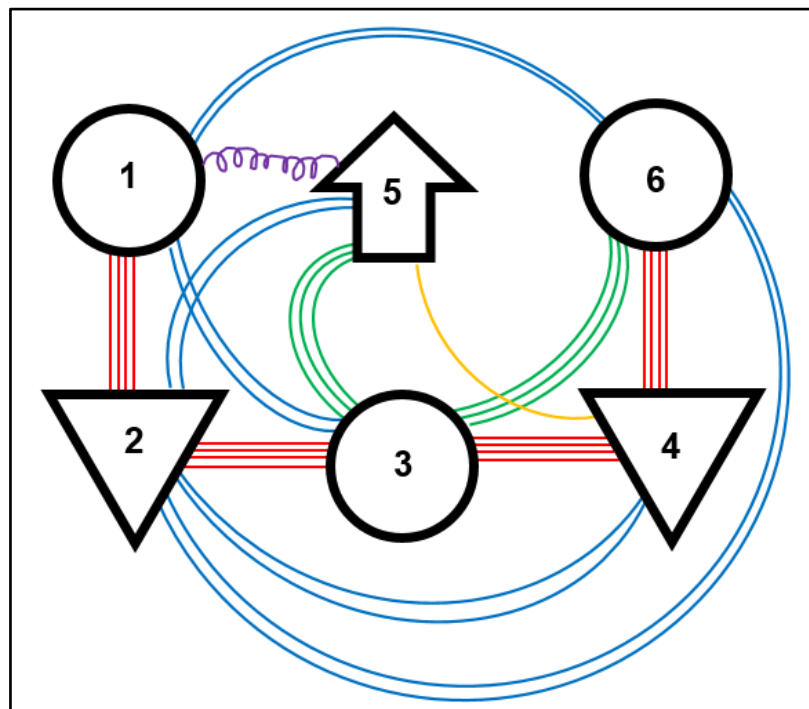
Gráfico N° 25: Códigos de las proximidades

CÓDIGO	PROXIMIDAD	COLOR	N° DE LINEAS
A	ABSOLUTAMENTE NECESARIO	ROJO	4 RECTAS
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE	VERDE	3 RECTAS
I	IMPORTANTE	AZUL	2 RECTAS
O	NORMAL	AMAMARILLO	1 RECTAS
U	SIN IMPORTANCIA	----	---
X	NO DESEABLE	MORADO	1 FORMAL

Fuente: Díaz *et alii* (2007, p.306).

Entonces se procede a colocar las actividades de manera aleatoria, teniendo en cuenta la proximidad de acuerdo a los cuadros anteriores.

Gráfico N° 26: Diagrama relacional de actividades



Fuente: Elaboración Propia

El diagrama presenta las áreas de la organización de acuerdo a su grado de proximidad brindado por la tabla relacional de actividades y basándose en la tabla de códigos de las proximidades.

## Diagrama Relacional de Espacios

A continuación, se procede a realizar el diagrama relacional de espacios con el fin de poder observar la distribución de las áreas, para lo que se debe incluir medidas aproximadas del área requerida en las distintas partes del proceso. Se debe realizar un cuadro en donde se tenga en cuenta que se tiene una unidad de área por cada actividad.

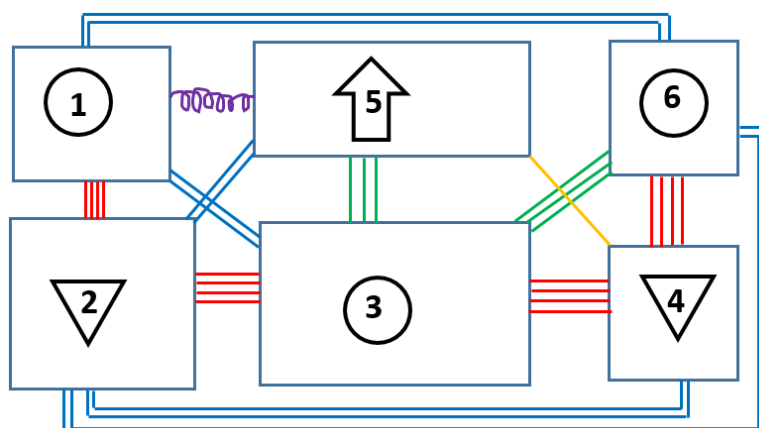
Nota: Los valores de las áreas son modificables

Gráfico N° 27: Asignación de Área por actividad

IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES		ÁREAS	N° DE UNIDADES DE SUPERFICIES EQUIVALENTES
○	RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	24 m <sup>2</sup>	6
▽	ALMACÉN DE MATERIA PRIMA	28 m <sup>2</sup>	7
○	PRODUCCIÓN	68 m <sup>2</sup>	17
▽	ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO	76 m <sup>2</sup>	19
↑	OFICINA	20 m <sup>2</sup>	5
○	DESPACHO	24 m <sup>2</sup>	6

Fuente: Díaz *et alii* (2007, p.308).

Gráfico N° 28: Disposición Ideal



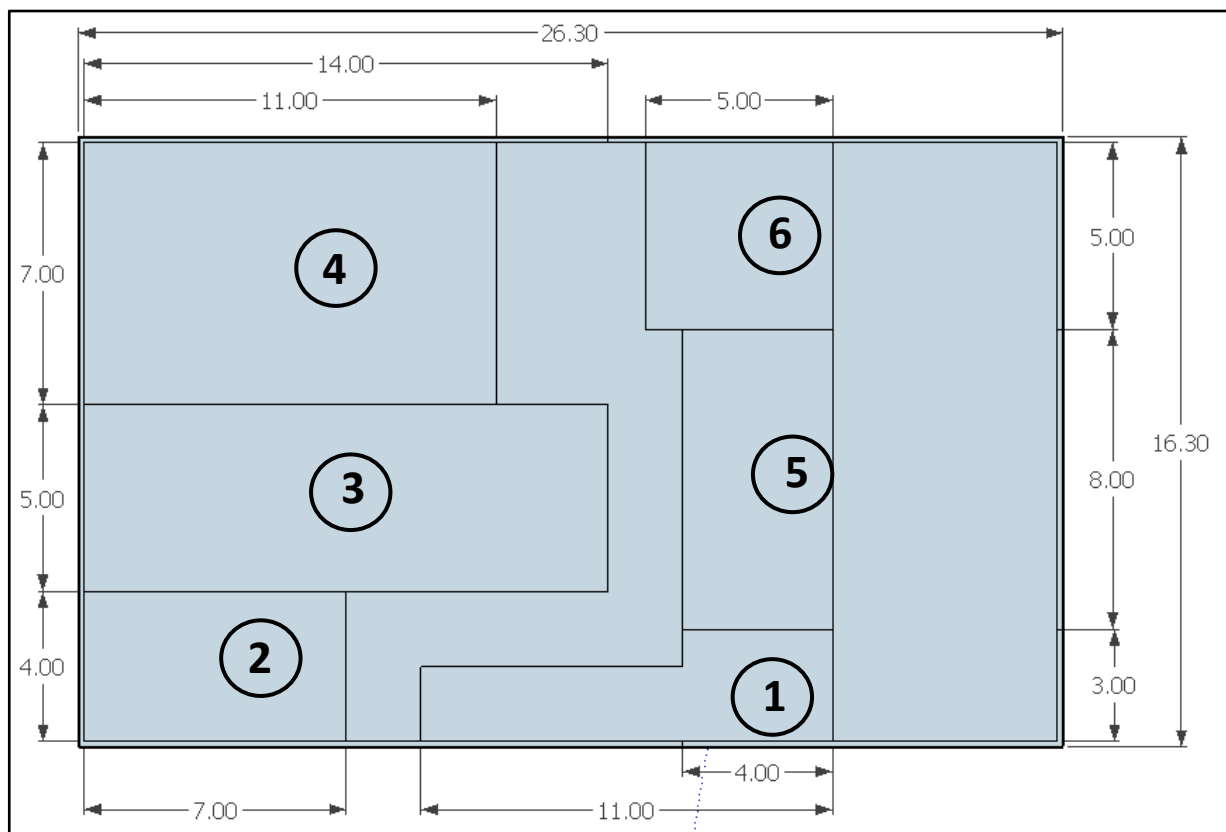
Fuente: Elaboración Propia

Se presenta con el diagrama una ubicación alternativa que toma en cuenta las relaciones entre las áreas, en donde se plasman las diferentes áreas y sus relaciones, las mismas que se trata en lo posible que existan cruces de líneas. Por lo tanto, el grafico muestra una de las mejores alternativas para la distribución de la planta.

#### Disposición Ideal

Una vez teniendo el diagrama de espacios se puede culminar con la disposición ideal de las áreas respetando las dimensiones del anterior cuadro.

Gráfico N° 29: Diagrama relacional de espacios



Fuente: Elaboración Propia

La disposición ideal de las áreas de la organización presenta una disposición compacta y que guarda relación con las tablas de proximidad y las dimensiones requeridas para las diferentes áreas.

### 2.6.2.3 Aplicación de Programa CORELAP

También se pueden hacer uso de distintos softwares, pero no son 100% confiables, ya que no pueden tener toda la información ni detalles de la producción específica de alguna organización, es por eso que es recomendable realizar la distribución con personal que sepa todo el proceso al derecho y al revés.

Ej.: Distribución de planta en la empresa “Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L.” según software CORELAP: Cabe recalcar que las respuestas que brinda no son muy certeras a lo que en la realidad se podría hacer, este resultado es el que nos brinda el programa CORELAP 1.0:

#### 1) Ingreso de datos:

Gráfico N° 30: Ingreso de datos CORELAP

The screenshot shows the 'CORELAP 01\_Planteamiento' window. At the top, it asks '¿Cuántos departamentos quiere implantar?' with the value '6' entered. Below this, there are buttons for 'CONTINUAR', 'RETROCEDER', and 'SEGUIR >>>'. A status bar indicates 'A=6, E=5, I=4, O=3, U=2, X=1'. The main area contains a table with department names and sizes, and a relationship matrix.

Nombre Departamento	Tamaño Depart. m2
1 RECEPCION	55
2 ALMACEN MP	55
3 PRODUCCION	78
4 ALMACEN PT	113
5 OFICINA	44
6 DESPACHO	44

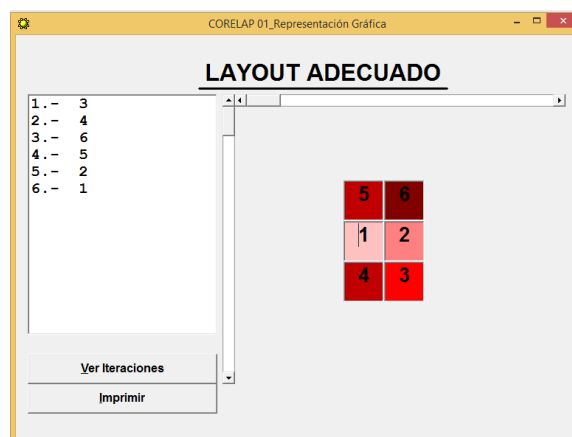
  

	1	2	3	4	5	6
1	A					
2		A				
3			A			
4				A		
5					A	
6						A

Fuente: Elaboración Propia

#### 2) Obtención resultados:

Gráfico N° 31: Resultado CORELAP



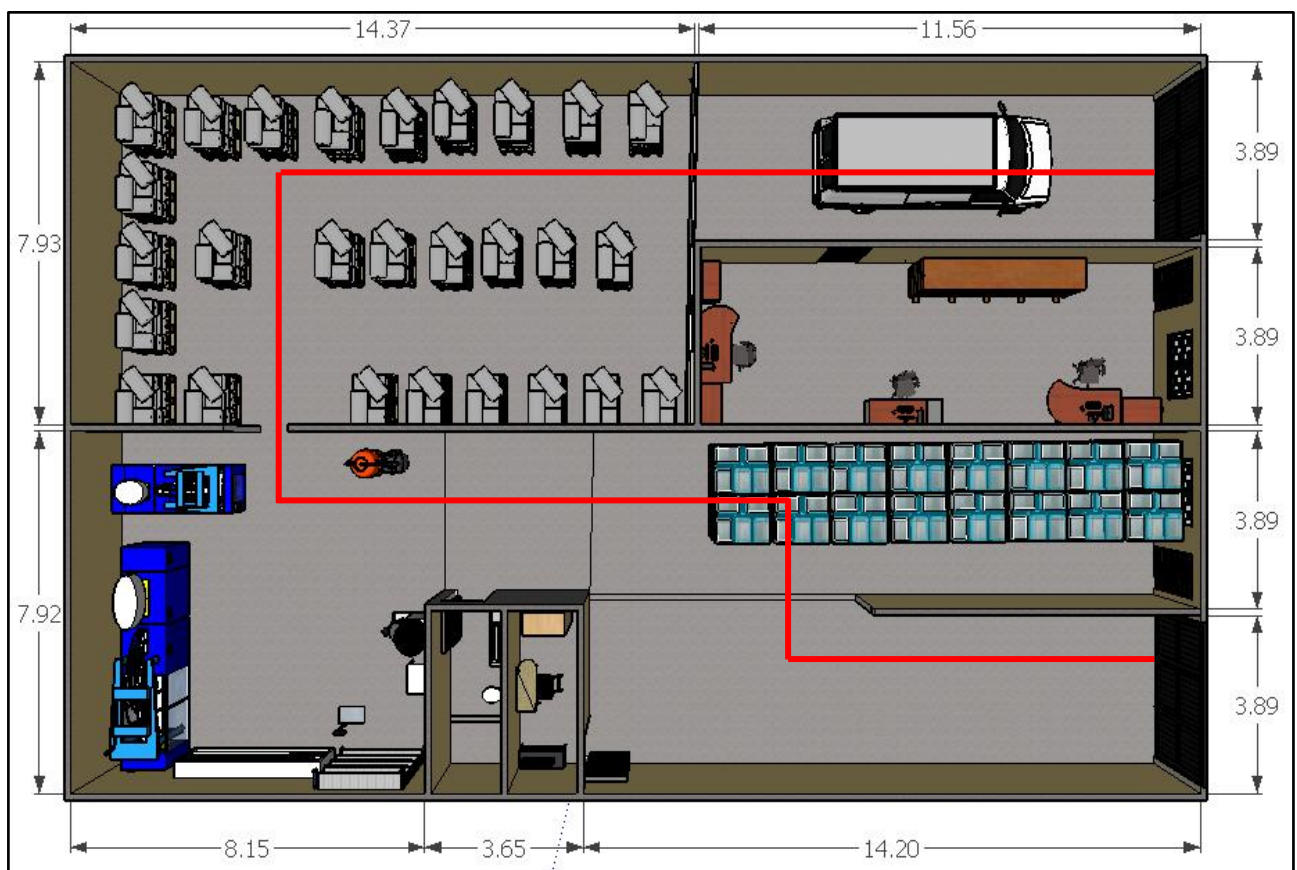
Fuente: Elaboración Propia

El resultado que plantea el programa no es el mejor entonces se procede a la reunión con gerencia y hacer una lluvia de ideas para el nuevo planteamiento de la organización.

### 2.6.3 Estudio de aplicación de mejora

Por último, luego de la reunión con gerencia, se optó por la siguiente distribución de planta ya que utilizaba mejor la totalidad del área de terreno. La nueva distribución es una lineal en forma de U con una entrada y una salida separada como podremos observar en el siguiente gráfico. Y se hizo la acotación para medir las áreas y las distancias en base a los tiempos obtenidos en la muestra.

Gráfico N° 32: Boceto de plano con distribución lineal en forma de U



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Se puede observar la distribución de las áreas de la organización (Ver anexo N° 70 y 71)

Entonces con las nuevas áreas se procede a metrar y se obtiene como resultado:

Tabla N° 13: Resumen de Áreas requeridas, actuales y nuevas

METODO GUERCHET			
AREA	REQUERIMIENTO	ACTUAL	NUEVO
ALMACÉN DE MATERIA PRIMA	28m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	55.2 m <sup>2</sup>
PRODUCCIÓN	66.5 m <sup>2</sup>	48 m <sup>2</sup>	78.3 m <sup>2</sup>
ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO	75.5 m <sup>2</sup>	64 m <sup>2</sup>	113.9m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la nueva distribución los requerimientos de espacios en las distintas áreas ya se encuentran en un mejor nivel para que exista orden y se minimicen el riesgo de accidentes por aglomeración de objetos. (Ver Anexos 8 y 9)

Tabla N° 14: Indicador de espacio (GUERCHET) Pre- Post

N° DE OBS	AREA	ESPACIO UTILIZADO ACTUAL	ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	ESPACIO UTILIZADO ACTUAL / ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO
1	ALMACÉN MP	25 m <sup>2</sup>	28 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup> / 28 m <sup>2</sup> = 0.89 = <b>89%</b>
1	PRODUCCION	48 m <sup>2</sup>	66.53 m <sup>2</sup>	48 m <sup>2</sup> / 66.53 m <sup>2</sup> = 0.72 = <b>72%</b>
1	ALMACÉN PT	64 m <sup>2</sup>	75.6 m <sup>2</sup>	64 m <sup>2</sup> / 75.6 m <sup>2</sup> = 0.84 = <b>84%</b>
2	ALMACÉN MP	55.2 m <sup>2</sup>	28 m <sup>2</sup>	55.2 m <sup>2</sup> / 28 m <sup>2</sup> = 1.97 = <b>197%</b>
2	PRODUCCION	78.3 m <sup>2</sup>	66.53 m <sup>2</sup>	78.3 m <sup>2</sup> / 66.53 m <sup>2</sup> = 1.18 = <b>118%</b>
2	ALMACÉN PT	113.9 m <sup>2</sup>	75.6 m <sup>2</sup>	113.9 m <sup>2</sup> / 75.6 m <sup>2</sup> = 1.51 = <b>151%</b>

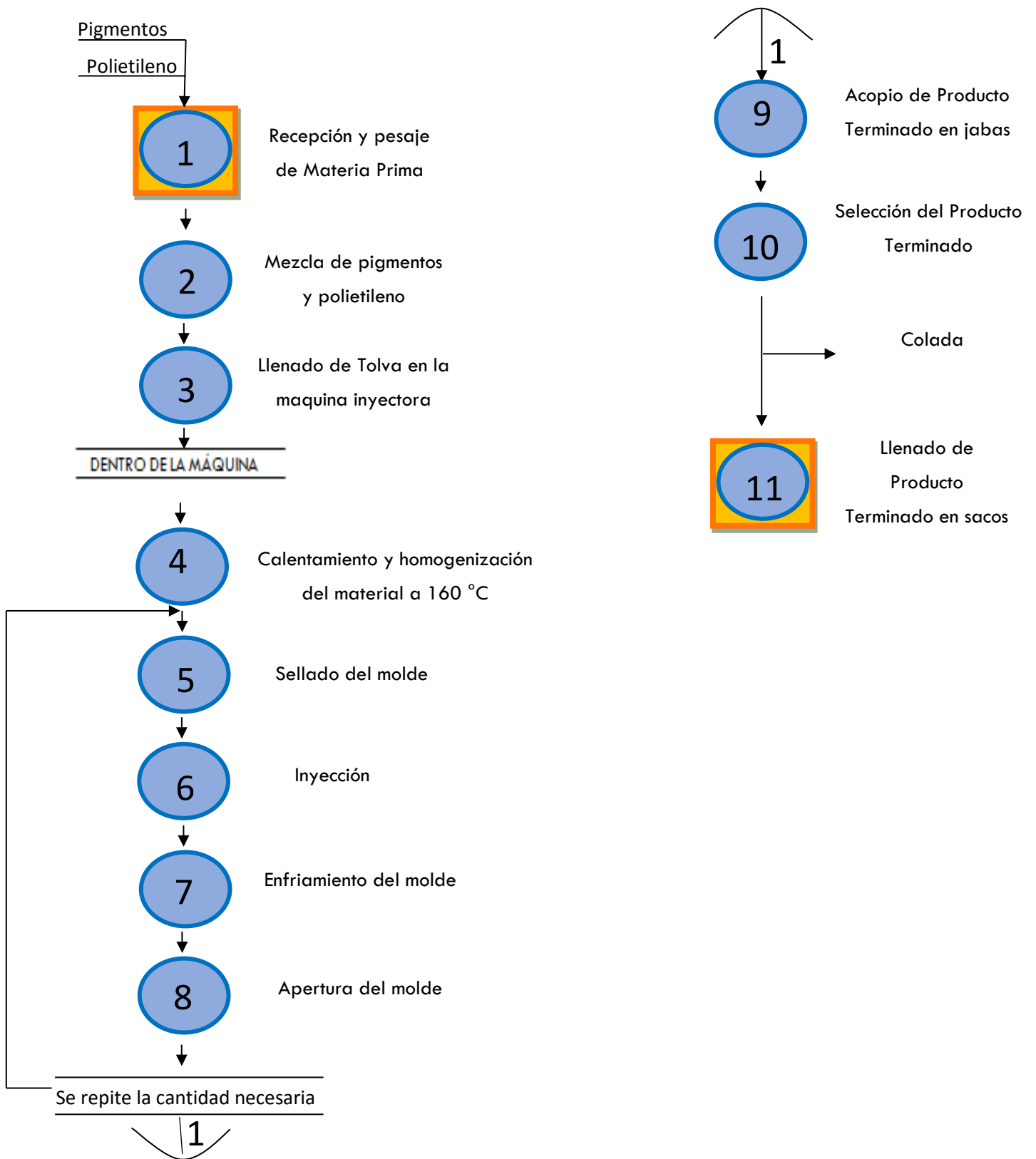
Fuente: Elaboración Propia

El cuadro muestra el indicador “Espacio” mediante el método Guerchet, se pueden observar los porcentajes de uso de área menores al 100% antes de la mejora y muy superiores después de la mejora, lo que indica que se va utilizar una mayor cantidad de área que se tenía desperdiciada en la planta industrial.

Entonces se hace un cambio en el requerimiento de los pedidos, lo que genera un cambio en la entrega de pedidos de material en puerta.



### 2.6.3.1 Diagrama de Operaciones del Proceso (nuevo)



Además, el DAP también se modifica, unificando los pedidos y eliminando traslados:

### 2.6.3.2 Diagrama de Actividades del Proceso (nuevo)

Tabla N° 15: Diagrama DAP – Después de mejora

LUGAR: GRIFERIA INDUSTRIAL Y COMERCIAL NC S.R.L.					Fecha:	
OPERARIO:					Ficha N°:	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO					OBS.
	○	□	⇒	D	▽	Tiempo
1. Recepción de Materia Prima (por bolsa)	●					
2. Traslado a almacén de Materia Prima (por bolsa)			●			
3. Almacenaje de Materia Prima. (por bolsa)					●	
4. Traslado de Materia Prima a área de Producción. (por bolsa)			●			
5. Mezcla de materiales. (por bolsa)	●					
6. Llenado de tolva de máquina. (por bolsa)	●					
7. Calentamiento y homogenización del material.	●					
8. Sellado de molde. (por golpe)	●					
9. Inyección de plástico. (por golpe)	●					
10. Enfriamiento de molde. (por golpe)	●					
11. Apertura de molde. (por golpe)	●					
12. Acopio de producto terminado en jabas.	●					
13. Selección de producto terminado.			●			
14. Llenado en sacos. (por saco)	●					
15. Transporte a almacén de Producto Terminado. (por saco)			●			
16. Almacenaje de Producto terminado. (por saco)					●	
17. Retorno hacia área de producción.			●			
TOTAL	10	1	4	0	2	

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, las operaciones bajaron en una unidad con respecto al sistema anterior, los traslados en dos unidades y el almacenaje en una unidad; lo que se realizó fue, unificar los requerimientos de materia prima y así eliminar traslados innecesarios, es decir, en vez de hacer el traslado del área de producción al área de recepción de materia prima dos veces, ahora los requerimientos se unificarán y se realizarán en conjunto, previa coordinación de las áreas.

## 2.6.4 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DE LA MEJORA

Tabla N° 16: Cronograma de actividades

ACTIVIDADES		2017													
		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO	
		01-15	15-31	01-15	15-28	01-15	15-31	01-15	15-30	01-15	15-31	01-15	15-30	01-15	15-31
1	Diagnóstico de situación actual	X	X	X	X										
2	Planeamiento de mejora				X										
3	Establecer contramedidas				X	X									
4	Plan de producción para ejecutar contramedidas					X									
5	Ejecución de contramedidas						X	X							
6	Verificación de resultados							X							
7	Diagnóstico de situación mejorada							X	X	X	X				
8	Redacción preliminar del proyecto final	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
9	Conclusión y recomendaciones												X		
10	Presentación preliminar del informe final												X		
11	Sustentación final													X	

Fuente: Elaboración Propia

Ahora se procede con el paso N° 4 de la metodología SLP, la aplicación física:

### 2.6.5 Aplicación física de la mejora

- 1) Como primera medida se realiza la limpieza de las áreas con objetos extraños al proceso productivo:

Gráfico N° 33: Áreas a liberar



Fuente: Elaboración Propia

- 2) Se procede a la ampliación del almacén y la apertura del área de despacho.

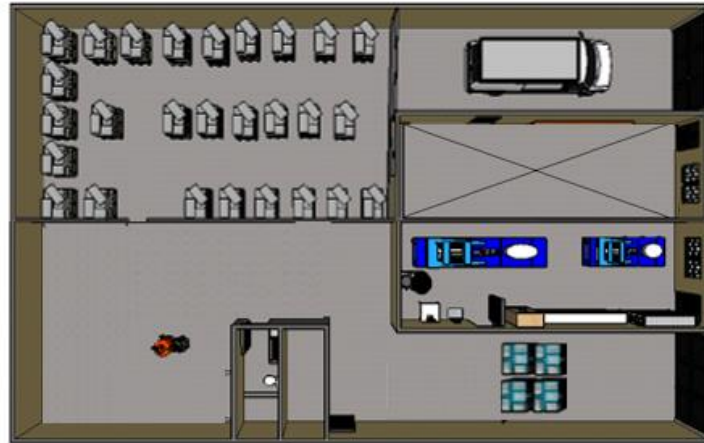
Gráfico N° 34: Fase 2 Ampliación de Almacén PT



Fuente: Elaboración Propia

- 3) Instalación de cableado en la nueva zona y movimiento de materia prima hacia el área de recepción

Gráfico N° 35: Fase 3 Cableado nueva área de Producción



Fuente: Elaboración Propia

- 4) Parada de producción, movimiento de maquinaria e instalación de las mismas.

Gráfico N° 36 Fase 4 Movimiento de maquinarias y MP



Fuente: Elaboración Propia

- 5) Por último, se realiza la instalación de la oficina y se mueve el material al almacén de Materia Prima

Gráfico N° 37 Fase 5 Instalación de Oficina



Fuente: Elaboración Propia

Una vez que ya se ha realizado la distribución física de las áreas en la organización, se procede a la toma de tiempos y distancias con la nueva distribución de planta, para poder realizar la comparación de los datos, los cuales se plasmarán en los indicadores como un aumento o una disminución.

## 2.6.6 Resultados de la mejora

### 2.6.6.1 Toma de tiempos luego de la mejora:

Se procede a realizar las mediciones durante el periodo de muestra (45 días) después de aplicar la nueva distribución de la organización. Dando como resultado: (Ver Anexo 17)

Tabla N° 17: Estudio de tiempos por actividades – Después de mejora (Segundos)

Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Recepción de Materia Prima	35	30	30	30	30	40	30	35	30	35	35	30	30	30	35	35	35	30	30
2. Traslado a almacén de Materia Prima	40	35	35	40	35	40	35	40	30	40	40	35	35	35	40	40	35	35	30
3. Almacenaje de Materia Prima.	30	30	40	35	30	35	35	30	30	30	35	30	35	30	35	35	35	30	30
4. Traslado de Materia Prima a área de Producción	88	88	77	77	77	88	88	88	77	77	88	77	88	77	88	88	88	88	77
5. Mezcla de materiales.	2160	2640	1920	2160	1920	2160	1680	1680	1920	2400	1680	2160	2640	2880	2160	1920	1920	2160	2400
6. Llenado de tolva de máquina.	100	108	104	112	108	108	112	116	112	108	116	120	100	104	112	120	100	112	108
7. Calentamiento y homogenización del material.	600	480	600	540	480	480	660	720	540	480	600	720	540	660	780	540	480	660	780
8. Sellado de molde.	30333	31958	29792	31417	28708	23292	26000	31417	30875	33042	30875	31958	33042	31417	28708	29792	33042	31958	33583
9. Inyección de plástico.																			
10. Enfriamiento de molde.																			
11. Apertura de molde.																			
12. Acopio de producto terminado en jabs.	672	696	638	684	660	605	682	708	696	708	708	732	780	708	638	649	754	696	741
13. Selección de producto terminado.	60	60	44	72	55	44	55	72	60	60	48	72	65	48	55	44	52	60	65
14. Llenado en sacos.	60	72	77	72	66	55	66	72	72	72	84	78	60	66	77	91	72	65	
15. Transporte a almacén de Producto Terminado.	96	96	77	84	88	99	88	108	96	84	96	96	117	96	77	88	104	108	104
16. Almacenaje de Producto terminado.	96	72	77	96	77	66	66	84	96	108	72	84	104	108	77	66	91	60	91
17. Retorno hacia área de producción.	84	96	77	84	77	88	88	96	84	84	84	96	104	84	77	77	104	96	104
Cantidad de sacos producida	12	12	11	12	11	11	11	12	12	12	12	12	13	12	11	11	13	12	13
TIEMPOS TOTALES SEGUNDOS	34454	36461	33588	35503	32411	27200	29685	35266	34718	37328	34549	36294	37758	36337	32943	33571	36931	36165	38208

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
35	35	30	35	30	35	30	30	30	30	35	40	30	30	35	30	35	35	30	35	35	35	30	30	30	30
40	35	30	40	35	40	40	35	35	30	35	40	30	35	40	40	35	35	40	35	40	40	35	30	35	40
35	30	30	30	30	30	30	30	35	35	30	30	35	30	35	30	30	30	30	30	35	30	30	35	30	30
88	77	77	88	77	88	77	77	88	66	77	88	88	88	88	88	77	88	77	77	77	88	88	77	88	77
2400	2160	3600	1680	1920	1680	1680	2160	1920	2160	2400	2640	2160	1920	2160	2400	1920	2160	1680	2400	2400	2400	2160	1920	2160	2160
116	116	120	108	104	116	112	116	112	124	108	116	116	108	116	112	120	116	112	108	116	112	116	124	108	108
600	660	540	480	540	480	480	600	720	660	600	480	540	480	540	600	540	600	660	480	540	600	720	480	480	540
31417	28708	27625	31417	32500	30333	31417	30333	31958	33042	30333	29792	27625	30333	31958	31417	30333	31958	33042	33583	30875	31417	32500	31958	30333	30875
696	627	638	696	684	708	660	672	696	741	708	682	638	684	660	696	684	708	767	754	684	672	732	744	696	684
72	66	55	60	48	60	72	60	48	65	60	44	55	60	72	60	48	60	65	78	72	60	60	60	72	60
72	55	66	72	72	84	60	84	72	91	72	77	66	60	72	84	84	78	91	72	84	60	72	84	72	72
84	88	88	84	96	96	108	96	96	91	96	77	88	96	108	96	96	108	91	104	84	96	96	84	96	108
72	66	77	96	108	72	84	84	84	78	96	66	66	84	96	84	72	108	104	78	84	96	108	84	84	72
84	88	77	84	96	84	96	96	84	91	96	77	88	96	96	84	96	96	91	104	84	84	96	84	84	96
12	11	11	12	12	12	12	12	12	13	12	11	11	12	12	12	12	12	13	13	12	12	12	12	12	12
35811	32811	33053	34970	36340	33906	34946	34473	35978	37304	34506	34009	32105	34344	35836	35581	34650	35946	37107	37716	34465	35823	37072	36009	34161	34952

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro, el estudio de tiempos fue durante 45 días posteriores a la distribución de planta, en donde se hicieron las anotaciones en segundos.

A continuación, el cuadro de tiempos, posterior a la distribución, en minutos: (Ver Anexo 18)

Tabla N° 18: Estudio de tiempos por actividades – Después de mejora (Minutos)

Descripción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Recepción de Materia Prima	0.58	0.50	0.50	0.50	0.50	0.67	0.50	0.58	0.50	0.58	0.58	0.50	0.50	0.50	0.50	0.58	0.58	0.50	0.50
2. Traslado a almacén de Materia Prima	0.67	0.58	0.58	0.67	0.58	0.67	0.58	0.67	0.50	0.67	0.67	0.58	0.58	0.67	0.67	0.58	0.58	0.50	0.50
3. Almacenaje de Materia Prima.	0.50	0.50	0.67	0.58	0.50	0.58	0.58	0.50	0.50	0.50	0.58	0.50	0.58	0.50	0.58	0.58	0.50	0.50	0.50
4. Traslado de Materia Prima a área de Producción	1.47	1.47	1.28	1.28	1.28	1.47	1.47	1.47	1.28	1.28	1.47	1.28	1.47	1.28	1.47	1.47	1.47	1.47	1.28
5. Mezcla de materiales.	36.00	44.00	32.00	36.00	32.00	36.00	28.00	28.00	32.00	40.00	28.00	36.00	44.00	48.00	36.00	32.00	32.00	36.00	40.00
6. Llenado de tolva de máquina.	1.67	1.80	1.73	1.87	1.80	1.80	1.87	1.93	1.87	1.80	1.93	2.00	1.67	1.73	1.87	2.00	1.67	1.87	1.80
7. Calentamiento y homogenización del material.	10.00	8.00	10.00	9.00	8.00	8.00	11.00	12.00	9.00	8.00	10.00	12.00	9.00	11.00	13.00	9.00	8.00	11.00	13.00
8. Sellado de molde.	505.6	532.6	496.5	523.6	478.5	388.2	433.3	523.6	514.6	550.7	514.6	532.6	550.7	523.6	478.5	496.5	550.7	532.6	559.7
9. Inyección de plástico.																			
10. Enfriamiento de molde.																			
11. Apertura de molde.																			
12. Acopio de producto terminado en jabs.	11.20	11.60	10.63	11.40	11.00	10.08	11.37	11.80	11.60	11.80	11.80	12.20	13.00	11.80	10.63	10.82	12.57	11.60	12.35
13. Selección de producto terminado.	1.00	1.00	0.73	1.20	0.92	0.73	0.92	1.20	1.00	1.00	0.80	1.20	1.08	0.80	0.92	0.73	0.87	1.00	1.08
14. Llenado en sacos.	1.00	1.20	1.28	1.20	1.10	0.92	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20	1.40	1.30	1.00	1.10	1.28	1.52	1.20	1.08
15. Transporte a almacén de Producto Terminado.	1.60	1.60	1.28	1.40	1.47	1.65	1.47	1.80	1.60	1.40	1.60	1.60	1.95	1.60	1.28	1.47	1.73	1.80	1.73
16. Almacenaje de Producto terminado.	1.60	1.20	1.28	1.60	1.28	1.10	1.10	1.40	1.60	1.80	1.20	1.40	1.73	1.80	1.28	1.10	1.52	1.00	1.52
17. Retorno hacia área de producción.	1.40	1.60	1.28	1.40	1.28	1.47	1.47	1.60	1.40	1.40	1.40	1.60	1.73	1.40	1.28	1.28	1.73	1.60	1.73
Cantidad de sacos producida	12	12	11	12	11	11	11	12	12	12	12	12	13	12	11	11	13	12	13
TIEMPOS TOTALES MINUTOS	574	608	560	592	540	453	495	588	579	622	576	605	629	606	549	560	616	603	637

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
0.58	0.58	0.50	0.58	0.50	0.58	0.50	0.50	0.50	0.50	0.58	0.67	0.50	0.50	0.58	0.50	0.58	0.58	0.50	0.50	0.58	0.58	0.50	0.50	0.50	0.50
0.67	0.58	0.50	0.67	0.58	0.67	0.67	0.58	0.58	0.50	0.58	0.67	0.50	0.58	0.67	0.67	0.58	0.58	0.67	0.58	0.67	0.67	0.58	0.50	0.58	0.67
0.58	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.58	0.58	0.50	0.58	0.50	0.58	0.50	0.58	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.58	0.50	0.50	0.58	0.50
1.47	1.28	1.28	1.47	1.28	1.47	1.28	1.47	1.28	1.47	1.10	1.28	1.47	1.47	1.47	1.47	1.28	1.47	1.28	1.28	1.28	1.47	1.47	1.28	1.47	1.28
40.00	36.00	60.00	28.00	32.00	28.00	28.00	36.00	32.00	36.00	36.00	40.00	44.00	36.00	32.00	36.00	40.00	32.00	36.00	28.00	40.00	40.00	40.00	36.00	32.00	36.00
1.93	1.93	2.00	1.80	1.73	1.93	1.87	1.93	1.87	2.07	1.80	1.93	1.93	1.80	1.93	1.87	2.00	1.93	1.87	1.87	1.80	1.93	1.87	1.93	2.07	1.80
10.00	11.00	9.00	8.00	9.00	8.00	8.00	10.00	12.00	11.00	10.00	8.00	9.00	8.00	9.00	10.00	9.00	10.00	11.00	8.00	9.00	10.00	12.00	8.00	8.00	9.00
523.6	478.5	460.4	523.6	541.7	505.6	523.6	505.6	532.6	550.7	505.6	496.5	460.4	505.6	532.6	523.6	505.6	532.6	550.7	559.7	514.6	523.6	541.7	532.6	505.6	514.6
11.60	10.45	10.63	11.60	11.40	11.80	11.00	11.20	11.60	12.35	11.80	11.37	10.63	11.40	11.00	11.60	11.40	11.80	12.78	12.57	11.40	11.20	12.20	12.40	11.60	11.40
1.20	1.10	0.92	1.00	0.80	1.00	1.20	1.00	0.80	1.08	1.00	0.73	0.92	1.00	1.20	1.00	0.80	1.00	1.08	1.30	1.20	1.00	1.00	1.00	1.20	1.00
1.20	0.92	1.10	1.20	1.20	1.40	1.00	1.40	1.20	1.52	1.20	1.28	1.10	1.00	1.20	1.40	1.40	1.40	1.30	1.52	1.20	1.40	1.00	1.20	1.40	1.20
1.40	1.47	1.47	1.40	1.60	1.60	1.80	1.60	1.60	1.52	1.60	1.28	1.47	1.60	1.80	1.60	1.60	1.80	1.52	1.73	1.40	1.60	1.60	1.40	1.60	1.80
1.20	1.10	1.28	1.60	1.80	1.20	1.40	1.40	1.40	1.30	1.60	1.10	1.10	1.40	1.60	1.40	1.20	1.80	1.73	1.30	1.40	1.60	1.80	1.40	1.40	1.20
1.40	1.47	1.28	1.40	1.60	1.40	1.60	1.60	1.40	1.52	1.60	1.28	1.47	1.60	1.60	1.40	1.60	1.60	1.52	1.73	1.40	1.40	1.60	1.40	1.40	1.60
12	11	11	12	12	12	12	12	12	13	12	11	11	12	12	12	12	12	13	13	12	12	12	12	12	12
597	547	551	583	606	565	582	575	600	622	575	567	535	572	597	593	578	599	618	629	574	597	618	600	569	583

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el tiempo ocupado por el operario en el proceso de fabricación en sus 12 horas de trabajo es de 583 minutos en promedio (11 horas trabajadas = 660 minutos) al menos 77 minutos de tiempo improductivo frente a los 83 que habían antes de la aplicación de la distribución de planta.



### 2.6.6.2 Resultados de las distancias después de la mejora

Ahora, se calculan las nuevas distancias recorridas en el proceso, teniendo en cuenta las modificaciones anteriores.

Tabla N° 19: Cuadro de distancias – Después de mejora

	DISTANCIA (m)	VECES/TURNO	DISTANCIA RECORRIDA TOTAL (m)
1. Traslado a almacén de Materia Prima	12.5	5	62.5
2. Traslado de MP a área de Producción	13.5	11	148.5
3. Transporte a almacén de Producto Terminado	8	12	96
4. Retorno hacia área de Producción	8	12	96
		total	403

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, se redujeron las distancias entre las áreas reordenadas que comprenden almacén de materia prima, producción y almacén de producto terminado, obteniendo así una distancia recorrida por turno de 403 metros.

Por último, se analizan los nuevos tiempos de gravitación del operario en el proceso por turno.

Tabla N° 20: Cuadro de Tiempo de Ciclo – Después de mejora

	TIEMPOS PROMEDIO	CANTIDAD DE VECES	TIEMPO TOTAL
1. Recepción de Materia Prima	6.47	5	32.33
2. Traslado a almacén de Materia Prima	7.29	5	36.44
3. Almacenaje de Materia Prima.	6.38	5	31.89
4. Traslado de Materia Prima a área de Producción	7.51	11	82.62
5. Mezcla de materiales.	536.00	4	2144.00
6. Llenado de tolva de máquina.	28.02	4	112.09
7. Calentamiento y homogenización del material.	577	1	576.83
<b>PROCESO DENTRO DE MAQUINA</b>			
12. Acopio de producto terminado en jabs.	57.71	12	692.57
13. Selección de producto terminado.	4.97	12	59.62
14. Llenado en sacos.	6.09	12	73.09
15. Transporte a almacén de Producto Terminado.	7.88	12	94.51
16. Almacenaje de Producto terminado.	7.03	12	84.31
17. Retorno hacia área de producción.	7.44	12	89.24
TOTAL	1259.61	SEG	4109.56
		MIN	68.49

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, el nuevo tiempo de gravitación del operario en el proceso es de 68.49 minutos por turno de 12 horas

## 2.6.7 Análisis económico financiero

Tabla N° 21: Cuadro de comparación – Beneficio económico

COSTO DE OPORTUNIDAD							
TIEMPOS DE CICLO	MINUTOS	UND/MIN	UND PERDIDAS	COSTO/UND	PÉRDIDA S./ / TURNO	PÉRDIDA/MES	PÉRDIDA/AÑO
TIEMPO DE CICLO ANTES DE MEJORA	181.66	110	19982.6	0.033	S/. 659.43	S/. 31,652.44	S/. 379,829.26
TIEMPO DE CICLO DESPUÉS DE MEJORA	68.49	110	7533.9	0.033	S/. 248.62	S/. 11,933.70	S/. 143,204.37
% de Mejora	62%			DIFERENCIA	S/. 410.81	S/. 19,718.74	S/. 236,624.89

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar, con un tiempo de ciclo actual de 68.49 minutos en traslados y a razón de 110 unidades por minuto, se pierden un total de 7533 unidades de producción lo que equivale a S/. 248.62 por turno y a S/ 143,204.37 al año. En comparación a los tiempos anteriores en donde el tiempo de ciclo era de 181.66 minutos por turno, a la misma razón de producción 110 unidades por minuto, se dejaban de producir 19982 unidades por turno, lo que, al año hacía perder ganancias por S/ 379,829.26.

En otras palabras, la empresa ahora obtiene aproximadamente S/.410.81 por turno.

### 2.6.7.1 Análisis Costo-Beneficio de la mejora

- **Los recursos humanos:** Son todos los recursos humanos involucrados en el trabajo de investigación bajo el mismo propósito de mejorar la situación problemática que se plantea.

Tabla N° 22: Recursos humanos

Personal	Cantidad Horas día	Cantidad de horas total	Costo hora	Costo Mensual	Tiempo de investigación	Costo Total
Asesor	-	-	-	S/. 400	6 meses	S/. 2,400
Practicante	-	-	-	S/. 1200	6 meses	S/. 7,200
Operarios (2)	4	192	S/. 5.5	S/. 1056	6 meses	S/. 6,336
Gerente de Producción	2	48	S/17.5	S/840	6 meses	S/. 5,040
TOTAL						S/. 20,976

Fuente: Elaboración Propia

- **Recursos Materiales y Equipos:** Equipos y materiales empleados para la realización de la investigación:

Tabla N° 23: Recursos materiales y equipos

COSTOS DE MATERIALES Y EQUIPO			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
INVESTIGACIÓN			
1	COMPUTADORA	S/. 1,800.00	S/. 1,800.00
3	LIBROS	S/. 45.00	S/. 135.00
2	MILL. HOJAS BOND	S/. 13.00	S/. 26.00
10	LAPICEROS	S/. 2.50	S/. 25.00
4	FOLDER	S/. 1.50	S/. 6.00
4	RESALTADOR	S/. 2.00	S/. 8.00
1,000	IMPRESIONES	S/. 0.35	S/. 350.00
1	USB 16 GB	S/. 18.00	S/. 18.00
300	COPIAS	S/. 0.15	S/. 45.00
12	ANILLADOS	S/. 4.00	S/. 48.00
IMPLEMENTACIÓN			
4	COMBA 6 lb	S/. 50.00	S/. 200.00
2	AMOLADORA	S/. 800.00	S/. 1,600.00
4	MARTILLO 16 oz	S/. 35.00	S/. 140.00
4	ESCOBA	S/. 15.00	S/. 60.00
2	CIENTO DE CLAVOS	S/. 20.00	S/. 40.00
5	CAMION DE RESIDUOS	S/. 50.00	S/. 250.00
4	GALON DE LEJIA	S/. 30.00	S/. 120.00
2	JUEGO DE RIEL	S/. 250.00	S/. 500.00
6	LLAVES TERMICAS	S/. 120.00	S/. 720.00
20	FOCOS LED 13.5 W	S/. 50.00	S/. 1,000.00
10	TOMACORRIENTE	S/. 15.00	S/. 150.00
20	SOCKET	S/. 8.00	S/. 160.00
20	INTERRUPTOR	S/. 8.00	S/. 160.00
4	CINTA AISLANTE	S/. 15.00	S/. 60.00
2	PAQUETE CABLE	S/. 156.00	S/. 312.00
20	CANALETAS	S/. 40.00	S/. 800.00
1	POZO TIERRA	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00
TOTAL			S/. 9,733.00

Fuente: Elaboración Propia

- **Servicios:** Servicios empleados en la investigación.

Tabla N° 24: Servicios

Material/Equipo	Tiempo	Costo Unitario	Costo Total
Internet	6 meses	S/. 69	S/. 414
Luz	6 meses	S/. 20	S/. 120
Teléfono	6 meses	S/. 100	S/. 600
Transporte	6 meses	S/. 25	S/. 150
Total			S/. 1,284

Fuente: Elaboración Propia

- **Presupuesto:** Compuesta por la suma total de los recursos empleados pen la realización de la investigación:

Tabla N° 25: Presupuesto

Descripción	Costo Total
Recursos Humanos	S/. 20,976
Recursos Materiales y Equipos	S/. 9,733
Otros Servicios empleados	S/. 1,284
Total	S/. 31,993

Fuente: Elaboración Propia

## - **Financiamiento**

La investigación ha sido costeadada en su totalidad por el autor con sus ingresos mensuales de S/. 1,200.00.

Los materiales y equipos usados, así como la planilla usada en la implementación ha sido costeadada con el beneficio de la mejora.

Se muestra el cuadro de los beneficios de la mejora:

Tabla N° 26: Cuadro de comparación – Beneficio económico

COSTO DE OPORTUNIDAD							
TIEMPOS DE CICLO	MINUTOS	UND/MIN	UND PERDIDAS	COSTO/UND	PÉRDIDA S. / / TURNO	PÉRDIDA/MES	PÉRDIDA/AÑO
TIEMPO DE CICLO ANTES DE MEJORA	181.66	110	19,982.60	0.033	S/. 659.43	S/. 31,652.44	S/. 379,829.26
TIEMPO DE CICLO DESPUÉS DE MEJORA	68.49	110	7,533.90	0.033	S/. 248.62	S/. 11,933.70	S/. 143,204.37
% de Mejora	62%			DIFERENCIA	S/. 410.81	S/. 19,718.74	S/. 236,624.89

Fuente: Elaboración Propia

El cuadro muestra que la mejora permite la obtención de S/. 19,718.74 al mes lo que indica que se recuperara de manera rápida la inversión de S/. 31,933.00 que será en los dos primeros meses.

NOTA: Si tomamos como tiempo de funcionamiento 10 años de producción, podemos afirmar que se han dejado de ganar un aproximado de S/2,366,248 que equivale aproximadamente al precio de una maquina moderna nueva.

## 2.7 Aspectos Éticos

Todos los datos acopiados, generados y brindados son veraces y confiables gracias al apoyo de la organización Grifería Industrial y Comercial NC S.R.L, la misma que puso a disposición todos sus datos, personal e instalaciones para el beneficio de la investigación y posterior mejora.

### III. RESULTADOS

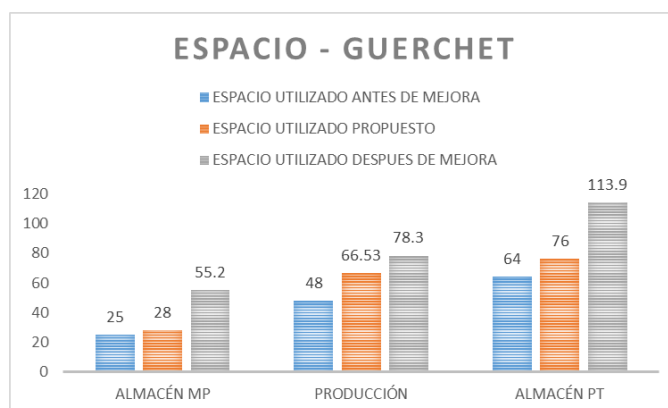
#### 3.1 Análisis Descriptivo

El análisis descriptivo tiene como propósito organizar y resumir datos que permitan detallar una muestra.

En referencia al trabajo de investigación, el análisis descriptivo se aplica en la variable independiente en donde se observará el comportamiento de los datos pre y post la aplicación de las herramientas para así poder examinar su diferencia y mejora.

A continuación, se muestra el gráfico N°38 que muestra los datos de las diferentes áreas de la organización, las cuales tienen contacto directo con la producción, en donde se aplicó el método Guerchet y se puede observar las medidas que se tenían antes de la aplicación, las medidas que indican como necesarias para cada área y las medidas que se tienen luego de la mejora.

Gráfico N°38: Análisis descriptivo del método Guerchet



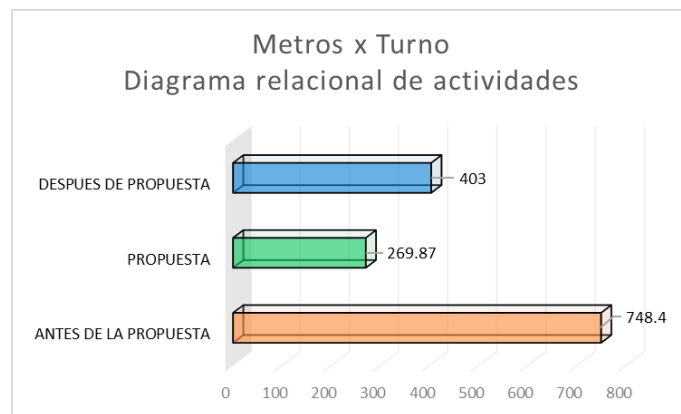
Fuente: Elaboración Propia

Este gráfico representa las distintas áreas que tienen un contacto directo con la producción de la planta industrial. Los rectángulos naranjas indican el espacio requerido según el área y su necesidad; los rectángulos azules representan el espacio utilizado antes de la mejora, lo que nos indica una falta de espacio en todas las áreas; y los rectángulos plomos representan el espacio utilizado después de la mejora, el área de almacén de materia prima aumentó su área de uso en un 120%,

el área de producción aumentó su área de uso en un 63% y el almacén de producto terminado en un 78%.Lo cual indica que se está utilizando la mayor parte del área de la planta industrial, facilitando así el flujo y el orden en cada área.

Por otra parte, para completar la mejora, teniendo el uso del área, ahora realizamos el diagrama relacional de actividades, el cual nos da una referencia de las mínimas distancias entre las áreas de la organización según la importancia que tenga una con la otra. El cuadro muestra la diferencia entre la distancia total recorrida por turno antes de la aplicación del diagrama relacional de actividades, la propuesta por el diagrama relacional de actividades y la obtenida luego de la mejora.

Gráfico N°39: Análisis descriptivo del Diagrama Relacional de Actividades



Fuente: Elaboración Propia

El gráfico demuestra la distancia recorrida entre las áreas en todo el proceso. Como se puede observar, la barra naranja indica la distancia que se recorre entre las áreas por cada turno de producción. La barra verde indica la distancia requerida entre las áreas luego de aplicar el diagrama relacional de actividades. Y por último la barra azul indica la distancia luego de la implementación. Lo que se logró fue una reducción de 345 metros de recorrido por turno, logrando una reducción de 46% en recorridos innecesarios.

## 3.2 Análisis Inferencial

En el análisis inferencial se emplean métodos que permitan inferir lo que se dice sobre una población con datos obtenidos a través de una muestra.

### 3.2.1 Análisis de la hipótesis general

Como primera parte, antes de contrastar la hipótesis general, se debe determinar si los datos de productividad se comportan de manera paramétrica o no paramétrica, para lo que, al ser 45 datos se utiliza el estadígrafo de Kolmogorov – Smirnov (datos menores o igual a 30 se utiliza estadígrafo Shapiro Wilk)

Hipótesis General:

**H<sub>a</sub>: La distribución de planta incrementará la productividad total de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.**

Entonces, se tienen las reglas de decisión para ver el comportamiento

**Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico**

**Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico**

Tabla N° 27: Prueba de normalidad de Productividad con Kolmogorov-Smirnov

Pruebas de normalidad			
Kolmogorov-Smirnova			
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	0.136	45	0.036
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	0.114	45	0.179
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar, de la tabla N° 27, las diferentes significancias de la productividad antes de la mejora (0.036) y después de la mejora (0.179). Por lo que se difiere que la primera al ser menor que 0.05 y la segunda mayor que 0.05 (No paramétrico – Paramétrico) se utilizará, de acuerdo a la regla de decisión, un estadígrafo no paramétrico, en este caso Wilcoxon.



Ahora, una vez que se ha determinado el comportamiento, se procederá a hacer la contratación de la hipótesis general en donde se tiene que rechazar la hipótesis nula que indica la negación de la hipótesis de la investigación.

**H<sub>0</sub>: La distribución de planta no incrementará la productividad total de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.**

**H<sub>a</sub>: La distribución de planta incrementará la productividad total de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.**

Por lo que también se genera una regla de decisión que nos brindará el parámetro para medir la comparación.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 28: Contraste de medias, productividad antes y después (Wilcoxon)

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD ANTES	45	0.4459	0.07244	0.21	0.58
PRODUCTIVIDAD DESPUES	45	0.5801	0.06830	0.34	0.69

Fuente: Elaboración Propia

Se demuestra, con la tabla, que la media de la productividad antes (0.4459) es menor que la media de la productividad después (0.5801). Por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$ ) la misma que indica que la distribución de planta **NO** incrementará la productividad total de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017 y se acepta la hipótesis de la investigación, que indica que la distribución de planta incrementará la productividad total de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

Por último, y para tener certeza de que el análisis ha sido el correcto, se analiza la significancia de los resultados ( $p_{valor}$ ) obtenidos de la prueba de Wilcoxon. Para lo que también nos regimos a una regla de decisión.

Regla de decisión:

**Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula**

**Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula**

Tabla N° 29: Significancia de la productividad (Wilcoxon)

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>	
	PRODUCTIVIDAD DESPUES - PRODUCTIVIDAD ANTES
Z	-5,841 <sup>b</sup>
Sig. asint. (bilateral)	0.000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración Propia

La tabla muestra la significancia de la prueba de Wilcoxon de la productividad antes y después es de 0.000, por lo que, de acuerdo a la regla de decisión, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos que la distribución de planta incrementará la productividad total de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

### 3.2.2 Análisis de la primera hipótesis específica

Una vez que se ha contrastado la hipótesis general, se procede a hacer el contraste de las hipótesis específicas una por una.

Primera hipótesis específica:

**H<sub>E1</sub>: La distribución de planta optimizará el uso eficiente de los recursos materiales en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.**

Al igual que en la Hipótesis general, se procede a determinar el comportamiento de la misma, a fin de saber si es paramétrica o no paramétrica para poder seleccionar el estadígrafo a usar. Al ser datos en cantidad menores de 30 se aplica el análisis de normalidad con el estadígrafo Shapiro Wilk.

Y las reglas de decisión son las siguientes:

Reglas de decisión:

**Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico**

**Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico**

Tabla N° 30: Prueba de normalidad de hipótesis específica 1 con Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
AREAANTES	0.964	3	0.637
AREADESPUÉS	0.985	3	0.766
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración Propia

Se puede verificar, de la tabla 30, las diferentes significancias del uso eficiente de recursos antes de la mejora (0.637) y después de la mejora (0.766). Por lo que se difiere que al ser las dos mayores que 0.05 (Paramétrico – Paramétrico) se utilizará, de acuerdo a la regla de decisión, un estadígrafo paramétrico, en este caso T – Student.

Una vez que se ha determinado el comportamiento, se procederá a hacer la contrastación de la Primera hipótesis específica en donde se tiene que rechazar la primera hipótesis específica nula que indica la negación de la primera hipótesis específica de la investigación.

**H<sub>E1o</sub>: La distribución de planta no optimizará el uso eficiente de los recursos materiales en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.**

**H<sub>E1a</sub>: La distribución de planta optimizará el uso eficiente de los recursos materiales en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.**

Por lo que también se genera una regla de decisión que nos brindara el parámetro para medir la comparación

Regla de decisión: **H<sub>E1o</sub>:  $\mu_{UEa} \geq \mu_{UEd}$**

**H<sub>E1a</sub>:  $\mu_{UEa} < \mu_{UEd}$**

Tabla N° 31: Contraste de medias, hipótesis específica 1 antes y después (T-Student)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Media de error estándar
Par 1	AREAANTES	42.3333	3	19.85783	11.46492
	AREADESPUÉS	82.4667	3	29.57099	17.07282

Fuente: Elaboración Propia

Se demuestra, con la tabla, que la media del uso eficiente de recursos (área) antes (42.3333) es menor que la media del uso eficiente de recursos (área) después (82.4667). Por lo que se rechaza la hipótesis nula (H<sub>E1o</sub>:  $\mu_{UEa} \geq \mu_{UEd}$ ) la misma que indica que la distribución de planta **NO** optimizará el uso eficiente de los recursos materiales de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017 y se acepta la hipótesis de la investigación que indica que la distribución de planta optimizará el uso eficiente de los recursos materiales de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

Para tener certeza de que el análisis ha sido el correcto, como última parte, se analiza la significancia de los resultados ( $p_{valor}$ ) obtenidos de la prueba T-Student. Para lo que también nos regimos a una regla de decisión.

Regla de decisión:

**Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula**

**Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula**

Tabla N° 32: Significancia de la hipótesis específica 1(T-Student)

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	AREAAANTES - AREADESPUÉS	-40.13333	9.85106	5.68751	-64.60472	-15.66195	-7.056	2	0.019

Fuente: Elaboración Propia

Se observa, del cuadro anterior, que la significancia es de 0.019 que es menor que 0.05, por lo que, de acuerdo a la regla de decisión (si  $p_{valor} \leq 0.05$ ), rechazamos la hipótesis nula y reafirmamos la aceptación que la distribución de planta optimizará el uso eficiente de los recursos materiales en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

### 3.2.3 Análisis de la segunda hipótesis específica

Segunda hipótesis específica:

**H<sub>E2</sub>: La distribución de planta optimizará la continuidad de flujo productivo en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.**

Entonces, se procede a determinar el comportamiento de la misma, a fin de saber si es paramétrica o no paramétrica para poder seleccionar el estadígrafo a usar. Al ser datos en cantidad menores de 30 se aplica el análisis de normalidad con el estadígrafo Shapiro Wilk.

Y las reglas de decisión son las siguientes:

Reglas de decisión:

**Si  $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico**

**Si  $p_{\text{valor}} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico**

Tabla N° 33: Prueba de normalidad de hipótesis específica 2 con Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
DISTANCIAS ANTES	0.763	4	0.050
DISTANCIAS DESPUÉS	0.804	4	0.110
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración Propia

Se puede verificar, de la tabla 33, las diferentes significancias de la continuidad de flujo productivo antes de la mejora (0.050) y después de la mejora (0.110). Por lo que se difiere que la primera al ser igual que 0.05 y la segunda mayor que 0.05 (No paramétrico – Paramétrico) se utilizará, de acuerdo a la regla de decisión, un estadígrafo no paramétrico, en este caso Wilcoxon.

Ahora, una vez que se ha determinado el comportamiento, se procederá a hacer la contrastación de la segunda hipótesis específica en donde se tiene que rechazar la segunda hipótesis específica nula que indica la negación de la segunda hipótesis específica de la investigación.

**H<sub>E2o</sub>: La distribución de planta no optimizará la continuidad de flujo productivo en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.**

**H<sub>E2a</sub>: La distribución de planta optimizará la continuidad de flujo productivo en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.**

Por lo que también se genera una regla de decisión que nos brindará el parámetro para medir la comparación

Regla de decisión: **H<sub>E2o</sub>:  $\mu_{CFa} \leq \mu_{CFd}$**

**H<sub>E2a</sub>:  $\mu_{CFa} > \mu_{CFd}$**

Tabla N° 34: Contraste de medias, hipótesis específica 2 antes y después (Wilcoxon)

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
DISTANCIAS ANTES	4	21.7625	3.71425	16.30	24.10
DISTANCIAS DESPUÉS	4	10.5000	2.91548	8.00	13.50

Fuente: Elaboración Propia

Se demuestra, con la tabla, que la media de la distancia recorrida antes (21.7625) es mayor que la media de la distancia recorrida después (10.5000). Por lo que se rechaza la hipótesis nula (H<sub>E1o</sub>:  $\mu_{UEa} \leq \mu_{UEd}$ ) la misma que indica que la distribución de planta **NO** optimizará la continuidad de flujo productivo en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017 y se acepta la hipótesis de la investigación que indica que la distribución de planta optimizará la continuidad de flujo productivo en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.

Por último, y para tener certeza de que el análisis ha sido el correcto, se analiza la significancia de los resultados ( $p_{valor}$ ) obtenidos de la prueba de Wilcoxon. Para lo que también nos regimos a una regla de decisión.

Regla de decisión:

**Si  $p_{valor} \geq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula**

**Si  $p_{valor} < 0.05$ , se acepta la hipótesis nula**

Tabla N° 35: Significancia de la hipótesis específica 2 (Wilcoxon)

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	DISTANCIASDESPUES - DISTANCIASANTES
Z	-1,841 <sup>b</sup>
Sig. asint. (bilateral)	0.066
a. Prueba de rangos con signo de	
b. Se basa en rangos positivos.	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa, del cuadro anterior, que la significancia es de 0.066 que es mayor a 0.05, por lo que, de acuerdo a la regla de decisión, rechazamos la hipótesis nula y reafirmamos la aceptación que la distribución de planta optimizará la continuidad de flujo productivo en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2017.



#### IV. DISCUSIÓN:

Esta investigación da a conocer que una buena distribución de planta, que por cierto, es tomada como no importante dentro de la organización, genera gastos ocultos, que muchas veces son pequeños pero son como una bola de nieve y mientras no se tome cartas sobre el asunto, esta bola de nieve va seguir creciendo, impidiendo que este dinero que se desperdicia como gasto, vuelva entrar a la organización como inversión o implementación de mejoras en los colaboradores de la organización, es decir impide el crecimiento y genera pérdidas. Después de la aplicación de la mejora, la organización Grifería Industrial y comercial NC S.R.L. ha podido observar el cambio en cuanto al nivel de producción y de los recorridos innecesarios que se estaban dando, produciendo así fatiga de los operarios y hasta incumplimiento de los pedidos, generando la pérdida de los mismos; así mismo se trabajaba en un área pequeña, pero no por no tener más espacio, sino por no saber utilizar bien el área que se tiene.

Los resultados obtenidos tienen cierta similitud en cuanto a la mejora con la tesis presentada por Alva y Paredes (2014), en su tesis *“Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios”*, lo que realiza es una distribución de la organización en sí, en la cual se obtienen resultados parecidos en cuanto a mejora en nivel de producción, además de la mejora en cuanto a la reducción de recorridos innecesarios y el buen uso de los espacios elevando así la productividad de la organización y como consecuencia de esto, evitar la pérdida de clientes por insatisfacción.

En cuanto a la hipótesis general, la cual indica que la distribución de planta mejora la productividad de la organización, es pues, de manera muy simple, el reemplazo del tiempo que se lleva a cabo en traslados innecesarios convertido a tiempo de producción, es decir un mejor costo de oportunidad en donde se aumentó la producción en un 29% aproximadamente lo cual es convertido en una cantidad considerable de ganancia para la organización la cual utiliza la misma cantidad de recursos y produce en mayor cantidad.

Ahora bien, sobre la primera hipótesis secundaria, la cual es que la distribución de planta optimizara el uso eficiente de los recursos de la empresa, se refiere directamente al área de la organización, en este caso el área que con el que se contaba era de 416 m<sup>2</sup> aproximadamente y se tenía una utilización de 300 m<sup>2</sup> por lo que se empleó el método Guerchet y se ha llegado a utilizar el total del área de la organización como bien lo pueden observar en el anexo 25.

Por otra parte, sobre la segunda hipótesis secundaria, la que indica que la distribución de planta optimizará la continuidad de flujo productivo en la organización, se aplicó el método relacional de actividades, el cual brinda la mínima distancia de recorrido entre áreas, teniendo en cuenta la importancia una con la otra, reduciendo así los traslados innecesarios y reduciendo la distancia recorrida de 748m a 403m, obteniendo así una disminución de 46% aproximadamente.

## **V. CONCLUSIONES**

En cuanto a las conclusiones se realizan de acuerdo a los objetivos, entonces:

Se concluye que, en cuanto a la primera hipótesis general, la productividad aumentó en 29% y se cumple el objetivo general de la tesis que indica que la distribución de planta incrementará la productividad total de la organización, para lo que se utilizaron herramientas de distribución de planta como el método Guerchet y el método relacional de actividades para reducir distancias y tiempos y elevar la producción.

Segunda conclusión, sobre la primera hipótesis específica, se deduce pues que, a partir de la aplicación del método Guerchet el cual se encarga de brindarnos el área mínima requerida según la maquinaria, equipo y mano de obra que fluye en el proceso, todas las áreas que tienen contacto directo con el proceso estaban en negativo en cuanto al uso de área, es decir se necesitaba más área del que se tenía en un comienzo, así pues, entonces se mejoró el uso de áreas, el almacén de materia prima, siendo el mínimo requerido 28m<sup>2</sup>, paso de 25 m<sup>2</sup>, a tener 55 m<sup>2</sup> aproximadamente, así también el área de producción el cual el mínimo requerido era 66 m<sup>2</sup> paso de 48 m<sup>2</sup> a tener 78 m<sup>2</sup>, y por último y no menos importante, sino más bien uno de los más ampliados debido al aumento de producción, el almacén

de producto terminado, siendo 76 m<sup>2</sup> el mínimo requerido, paso de tener 64 m<sup>2</sup> a tener 113 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Tercera conclusión, sobre la segunda hipótesis específica, la cual dice que la distribución de planta optimizará la continuidad de flujo productivo en la organización; se aplicó el método relacional de actividades el cual nos brinda la mínima distancia recorrida entre las áreas, teniendo en cuenta el grado de importancia respecto a la cercanía entre estas, se brindó una distancia mínima, siendo esta 269 metros por turno de cada operario, se mejoró la distancia que se tenía, que eran 748 metros hasta 403 metros por turno de 12 horas. Este es uno de los más importantes además del método Guerchet, ya que, al reducir distancias, ciertamente también se reduce la fatiga del operario y la posibilidad de accidentes laborales ya que el operario deja de estar en movimiento 345 metros en todo el turno que le corresponde.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la organización, ahora que ya tiene la base de la distribución de planta, que mejore en cuanto a ingreso de tecnologías actualizadas, ya que la maquinaria y herramientas ya han cumplido su ciclo de vida, su productividad se elevaría en gran magnitud si adquiere una inyectora nueva con mayor capacidad de inyección, mayor capacidad de tamaño de molde y más potencia.
- El mayor espacio que se ha obtenido del almacén de materia prima, permite pensar en que se puede importar la cantidad de un container pequeño de materia prima, para así, siguiendo el concepto de economía de escala poder reducir costos en cuanto a materia prima (más volumen, menos precios).
- Se recomienda, además, que se debe implementar de buena manera el área común para los operarios en donde ellos puedan disfrutar de su horario de almuerzo como mejor lo aprovechen, contando con todas las comodidades que se puedan brindar ya que este es un trabajo monótono que genera mucho estrés.
- Por último, se recomienda estar siempre pendiente de la mejora continua en cuanto a la actualización para la mejora de la distribución de planta por si se adquieren nuevas tecnologías o se cambia la cantidad de personal o de horarios, tener en cuenta actualizar el estudio cuando hayan cambios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVA, Daniel y PAREDES, Denisse. Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. 84 p.
- CALEL, Alba. Diagnóstico para reducir tiempos muertos en un restaurante. Propuesta de un programa de capacitación y desarrollo del personal en énfasis en la administración del tiempo para el alcance de metas. Tesis de grado (psicología industrial/organizacional). Retalhuleu, Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 2014. 10 p.
- CANTO, Fredy. Optimización del proceso de almacenamiento mediante layout para mejorar la eficiencia del servicio en la entrega de productos en la empresa FULLCOM S.A. Lima – 2015. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2015. 49 p.
- CEGARRA SANCHEZ, José. Evaluación de la eficiencia de la investigación [en línea]. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2012 [fecha de consulta: 9 de Octubre 2016]. 243 p.  
Disponibile en: <https://goo.gl/I7ygtx>  
ISBN: 9788499690278
- CHILAN, Eduardo. Estudio de distribución de planta de las empresas dedicadas al empacado de pescado en Manta. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006. 189 p.
- CORREA, Paula y OLIVEROS, Diana. Propuesta para el mejoramiento de la distribución en planta de la empresa DERJOR LTDA. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, 2015. 69 p.
- CUATRECASAS, Lluís. Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible [en línea]. Barcelona: Bresca Editorial, 2009 [fecha de consulta: 16 de agosto 2016].  
Disponibile en: <https://goo.gl/gRvrIV>  
ISBN 9788492956852
- DE LA FUENTE, David y FERNANDEZ, Isabel. Distribución en planta [en línea]. Oviedo: Universidad de Oviedo, 2005 [fecha de consulta: 18 de agosto 2016].

Disponible en: <https://goo.gl/m9u3XI>

ISBN: 8474689902

- DÍAZ, Bertha, JARUFE, Benjamín y NORIEGA, María. Disposición de planta. 2a. ed. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima, 2007. 287 p.  
ISBN: 9789972451973
- EL concepto de Productividad en el análisis Económico. Red de estudios de la economía mundial [en línea]. México: Martínez, María. 1995. [fecha de consulta: 24 de Agosto 2016]. 2 p. Disponible en internet: [goo.gl/uoYPM0](http://goo.gl/uoYPM0)
- FERNANDEZ, Ricardo. La productividad y el riesgo psicosocial o derivado de la organización del trabajo. 1a. ed. España, San Vicente: ECU, 2010. [fecha de consulta: 24 de Agosto 2016]. 14 p.  
Disponible en: [goo.gl/pgFhPg](http://goo.gl/pgFhPg)  
ISBN: 9788499481463
- HERNANDEZ, Enrique. La productividad multifactorial: concepto, medición y significado. *Economía: Teoría y práctica*. (26): 33, Enero-Junio 2007.  
ISSN: 01888250
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 5a. ed. México, D. F: McGraw-Hill, 2014. 78 p.  
ISBN: 9786071502919
- HUILLCA María y MONZÓN Alberto. Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5s's y mantenimiento autónomo en la planta metalmecánica que produce hornos estacionarios y rotativos. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. 95 p.
- KANAWATY, George. Introducción al estudio de trabajo. 4a. ed. Suiza, Ginebra: Organización Internacional del Trabajo, 1996. 12 p.  
ISBN: 9223071089
- MARAÑÓN, Eva. Diseño e implementación del planeamiento sistemático en la disposición de planta de una empresa de bordados y estampados. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres, 2014. 217 p.

- MOKATE, Karen. Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿Qué queremos decir? [en línea]. Estados Unidos de América: Banco Interamericano de Desarrollo, 1999 [fecha de consulta: 9 de Octubre 2016]. 3 p.  
Disponible en: <https://goo.gl/MWpNwV>
- MUTHER, Richard. Distribución en planta. 4a. ed. España, Barcelona: Hispano Europea, 1981. 15 p.  
ISBN: 8425504619
- NIÑO, José y HERRERA, Jorge. *El error humano y el control de las causas de los accidentes*. 01 (94) 2.. Agosto 2004
- PRODUCTIVIDAD y competitividad. Administración de las operaciones. Universidad Nacional De Mar Del Plata [en línea]. Buenos Aires: Carro Roberto y Gonzales Daniel. [fecha de consulta: 24 de agosto 2016]. 7 p. Disponible en internet: <https://goo.gl/A87lfm>
- QUICENO, Oscar y ZULUAGA, Nathaly. Propuesta de mejoramiento para la distribución de una empresa del sector lácteo. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Santiago de Cali, Colombia: Universidad ICESI, 2012. 114 p.
- RAU José. Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009. 72 p.
- RIVADENEIRA, Victoria. Propuesta de mejoramiento de la disposición de la planta y optimización de la asignación de los operadores en la línea de producción de la empresa DIMALVID. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito, 2014. 131 p.
- SORTINO, Roberto. Radicación y distribución de planta (layout) como gestión empresarial. [en línea]. Argentina: INVENIO, 2001 [fecha de consulta: 9 de Octubre 2016]. 2 p.  
Disponible en: <https://goo.gl/Sra3CN>
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2a. ed. Lima: San Marcos, 2015. 163 p.  
ISBN: 9786123028787

- VERA, Yamil. Análisis de la distribución de las plantas de una empresa dedicada a la elaboración de chocolates y galletas. Tesis de Pregrado (Ingeniería Industrial). Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2006. 264 p.
- PROKOPENKO, Joseph. La gestión de la productividad. 1a. ed. Suiza, Ginebra: Organización Internacional del Trabajo, 1989. 20 p.  
ISBN: 9223059011
- ZAVALA, Eduardo. Aplicación de SMED en el área de moldes. Tesis de grado (Técnico superior universitario en procesos industriales área plásticos) Santiago de Querétaro, México: Universidad Tecnológica de Querétaro, 2015. 24 p.

## **ANEXOS**



## Anexo N° 01: Análisis de productividad 2016.

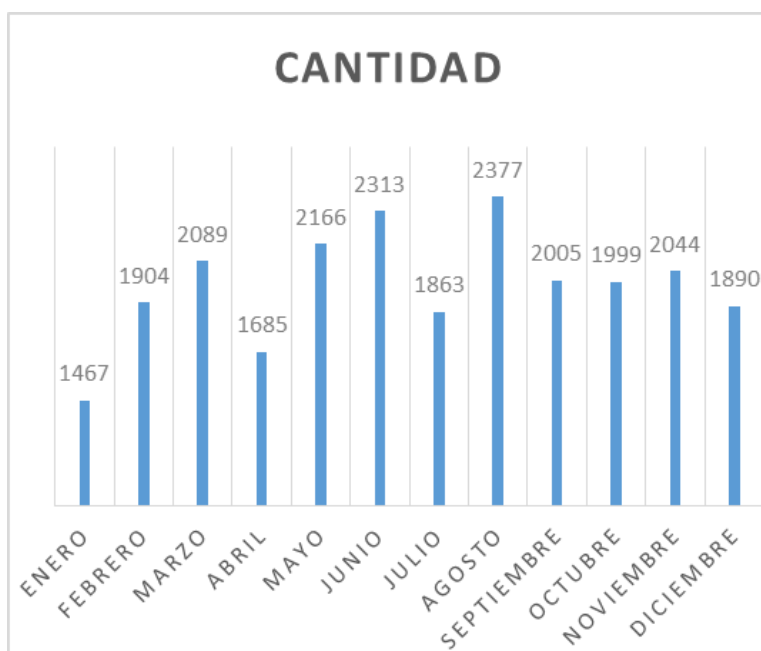
### TABLA DE VENTAS (EN MILLARES) DE PRECINTOS DE SEGURIDAD EN EL AÑO 2016

Tabla N° 36: Cuadro de Ventas 2016

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
CANTIDAD	1467	1904	2089	1685	2166	2313	1863	2377	2005	1999	2044	1890	23802

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 40: Ventas 2016



Fuente: Elaboración Propia

La tabla muestra la cantidad de precintos de seguridad vendidos en el periodo Enero 2016 – Diciembre 2016. Como promedio de ventas la cantidad seria: 1983 millares.

## RECURSOS:

- MATERIA PRIMA:

- Polietileno de baja densidad  
Precio x Tn = USD 2,000 (6 Tn) a S/. 3 el tipo de cambio = S/.  
36,000.00
- Pigmentos 50 kg  
Precio x kg = S/. 5.00 = S/. 250.00

TOTAL: S/. 36,250.00

- MANO DE OBRA:

- Gerentes (2): S/ 10,000.00
- Jefe de planta (1): S/ 1,200.00
- Contador (1): S/ 1,200.00
- Operarios (2): S/ 2,500.00

Total: S/ 13,900.00

- SERVICIOS:

- Luz: S/ 2,150.00
- Agua: S/ 460.00
- Teléfono: S/ 350.00
- Combustible: S/ 540.00
- Mantenimiento: S/ 600.00
- Gastos generales: S/ 300.00

Total: S/ 4,400.00

**Costo Total De Recursos Utilizados: S/ 54,550.00**

## Promedio de ventas mensuales:

Promedio: 1983 Mill. / Mes

Precio de venta: S/. 39.00 x Mill. (Incluido IGV 18%)

## PRODUCTIVIDAD:

$$PT: \frac{S /.77,337.00}{S /.54,550.00} = 1.417$$

Por cada unidad monetaria invertida, hay un retorno de 1.42 centavos de sol.

## Anexo N° 02: Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Sub - dimensiones	Items	Escala de Medición
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Dependiente				
¿De qué manera la distribución de planta mejora la productividad de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2016?	Determinar de qué manera la distribución de planta mejorará la productividad de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2016	La distribución de planta mejorará la productividad de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2016.	Mejora de Productividad	Eficiencia	Tiempo de producción	<u>Horas Hombre Actual</u> <u>Horas Hombre Estimadas</u>	Razón
				Eficacia	Nivel de producción	<u>Unidades Producidas</u> <u>Unidades Programadas</u>	Razón
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Independiente				
¿De qué manera la distribución de planta mejora el uso eficiente del espacio en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2016?	Establecer de qué manera la distribución de planta mejorará el uso eficiente del espacio de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2016.	La distribución de planta mejorará el uso eficiente del espacio en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2016.	Distribución de Planta	Métodos / Herramienta	Método Guerchet	<u>Espacio utilizado actual</u> <u>Espacio utilizado Propuesto</u>	Razón
¿De qué manera la distribución de planta mejora la continuidad de flujo de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2016?	Establecer de qué manera la distribución de planta mejorará la continuidad de flujo de la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2016.	La distribución de planta mejorará la continuidad de flujo en la empresa Grifería industrial y comercial NC S.R.L. Lima, 2016.			Diagrama relacional de actividades	<u>Distancia recorrida actual</u> <u>Distancia recorrida Propuesta</u>	Razón

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo N° 03: Cartas de presentación



#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a) (ita): MALPARTIDA GUTIERREZ, JORGE NELSON

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de INGENIERIA de la UCV, en la sede LIMA NORTE promoción 2017, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optare el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA GRIFERÍA INDUSTRIAL Y COMERCIAL NC S.R.L., LIMA – 2017 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole sentimientos de respeto y consideración me suscribo de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

---

Firma

Apellidos y nombre:

---

D.N.I:

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a) (ita): BRAVO ROJAS, LEÓNIDAS MANUEL

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de INGENIERIA de la UCV, en la sede LIMA NORTE promoción 2017, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optare el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA GRIFERÍA INDUSTRIAL Y COMERCIAL NC S.R.L., LIMA – 2017 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole sentimientos de respeto y consideración me suscribo de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

---

Firma

Apellidos y nombre:

---

D.N.I:

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a) (ita): CHIRINOS MARROQUIN, MARITZA

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de INGENIERIA de la UCV, en la sede LIMA NORTE promoción 2017, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optare el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA GRIFERÍA INDUSTRIAL Y COMERCIAL NC S.R.L., LIMA – 2017 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole sentimientos de respeto y consideración me suscribo de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

---

Firma

Apellidos y nombre:

---

D.N.I:

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a) (ita): MANSILLA GARAYAR, JOSÉ ALFREDO

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la EAP de INGENIERIA de la UCV, en la sede LIMA NORTE promoción 2017, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optare el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA MEJORA DE PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA GRIFERÍA INDUSTRIAL Y COMERCIAL NC S.R.L., LIMA – 2017 y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole sentimientos de respeto y consideración me suscribo de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

---

Firma

Apellidos y nombre:

---

D.N.I:

## **Anexo N° 04: Definición conceptual de variable independiente**

### **DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES**

#### **Variable: DISTRIBUCIÓN DE PLANTA**

Muther dice: “La misión es hallar una ordenación de las áreas de trabajo y del equipo, que sea la más económica para el trabajo y al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los empleados” (1981, P.15).

#### **Dimensiones de las variables:**

##### **Dimensión 1: LAYOUT**

Sortino explica: “Comenzaremos destacando la importancia de un buen Layout. Incluida esta expresión en nuestro vocabulario de uso técnico diario, como generalidad para todo lo que es distribución, ordenamiento de un sector, máquinas y equipos. Asimismo, en el estudio de operaciones para equipos de última generación es aceptado internacionalmente que la expresión Layout, en sentido genérico, es también la distribución del herramental sobre los mimos y la relación de estos con el producto” (2001, p.2).



## **Anexo N° 05: Definición conceptual de variable dependiente**

### **DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES**

#### **Variable: PRODUCTIVIDAD**

Martínez afirma: “La productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, conocimiento, energía, etc., son usados para producir bienes y servicios en el mercado” (2007, p.2).

#### **Dimensiones de las variables:**

##### **Dimensión 1: EFICIENCIA**

Carro y Gonzales explican: “Eficiencia, rendimiento y aprovechamiento miden, respectivamente, el grado de utilización de la mano de obra, del capital y de las materias primas. No son otra cosa que la relación entre la productividad parcial real de cada uno de esos recursos y la que se esperaba (estándar) [...] es una medida del grado de utilización de un recurso y puede expresarse como una relación de tiempos o de cantidades producidas” (2012, p. 6).

##### **Dimensión 2: EFICACIA**

Según Mokate: “Cabe destacar que la eficacia contempla el cumplimiento de objetivos, sin importar el costo o el uso de recursos. Una determinada iniciativa es más o menos eficaz según el grado en que cumple sus objetivos, teniendo en cuenta la calidad y la oportunidad, y sin tener en cuenta los costos” (1999, p. 3)

## Anexo N° 06: Instrumentos de medición para distribución de planta.

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN								
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA								
N° DE OBS	AREA	ESPACIO UTILIZADO ACTUAL	ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	<u>ESPACIO UTILIZADO ACTUAL</u> ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	OPERACIÓN	DISTANCIA RECORRIDA ACTUAL	DISTANCIA RECORRIDA PROPUESTA	<u>DISTANCIA RECORRIDA ACTUAL</u> DISTANCIA RECORRIDA PROPUESTA
TOTAL								

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 07: Certificados de validez del Instrumento 1



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: DISTRIBUCION DE PLANTA

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>DIMENSIÓN 1: DISTRIBUCION DE PLANTA</b>							
2	Espacio utilizado actual / Espacio utilizado Propuesto							
3	Distancia recorrida actual / Distancia recorrida Propuesta							
4								
5								
6								
7	<b>DIMENSIÓN 2</b>							
8								
9								
10								
11								
12								
13	<b>DIMENSIÓN 3</b>							
14								
15								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [ ☐ ]    Aplicable después de corregir [ ☐ ]    No aplicable [ ☐ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Jorge Malpartida G DNI: 10400346

Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

3 de 11 del 2016

Firma del Experto Informante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: DISTRIBUCION DE PLANTA

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>DIMENSIÓN 1: DISTRIBUCION DE PLANTA</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Espacio utilizado actual / Espacio utilizado Propuesto	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Distancia recorrida actual / Distancia recorrida Propuesta	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
3								
4								
5								
6								
	<b>DIMENSIÓN 2</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
7								
8								
9								
10								
11								
12								
	<b>DIMENSIÓN 3</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
13								
14								
15								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

SI HAY

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [ ☒ ]

Aplicable después de corregir [ ]

No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

Leandro J. J. J.

DNI:

08634746

Especialidad del validador:

Ing. Industrial, MBA, Dr

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

03 de 11 del 2016

*[Firma]*

Firma del Experto Informante.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: DISTRIBUCION DE PLANTA**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: LAYOUT</b>							
1	Espacio utilizado actual / Espacio utilizado Propuesto	/		/		/		
2	Distancia recorrida actual / Distancia recorrida Propuesta	/		/		/		
3								
4								
5								
6								
	<b>DIMENSIÓN 2</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
7	Efic							
8								
9								
10								
11								
12								
	<b>DIMENSIÓN 3</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
13								
14								
15								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    **Aplicable** [X]    **Aplicable después de corregir** [ ]    **No aplicable** [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Maritza Chirinos Morroguín    DNI: 42296064

Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

00 de Nov del 2016



**Firma del Experto Informante.**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: DISTRIBUCION DE PLANTA**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: DISTRIBUCION DE PLANTA	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Espacio utilizado actual / Espacio utilizado Propuesto	✓		✓		✓		
2	Distancia recorrida actual / Distancia recorrida Propuesta	✓		✓		✓		
3								
4								
5								
6								
	DIMENSIÓN 2	Si	No	Si	No	Si	No	
7								
8								
9								
10								
11								
12								
	DIMENSIÓN 3	Si	No	Si	No	Si	No	
13								
14								
15								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [ ☒ ]    Aplicable después de corregir [ ☐ ]    No aplicable [ ☐ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: MANSILLA GARAYAR, JOSÉ A    DNI: 21452051

Especialidad del validador: PMP - Máster en Gestión

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de 11 del 2016

**Dr. José A. Mansilla Garayar**

CODEP. N° 360

Firma del Experto Informante.

## Anexo N° 08 Instrumentos de medición para distribución de planta – Pre

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN PRE								
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA								
N° DE OBS	AREA	ESPACIO UTILIZADO ACTUAL	ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	<u>ESPACIO UTILIZADO ACTUAL</u> ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	OPERACIÓN	DISTANCIA RECORRID A ACTUAL	DISTANCIA RECORRID PROPUESTA	<u>DISTANCIA RECORRID ACTUAL</u> DISTANCIA RECORRID PROPUESTA
1	ALMACÉN MP	25 m2	28 m2	$25 \text{ m}^2 / 28 \text{ m}^2 = 0.89 = 89\%$	Traslado a almacén de Materia Prima	22.55 m	11.77 m	$22.55 \text{ m} / 11.77 \text{ m} = 1.92 = 192\%$
1	PRODUCCIÓN	48 m2	66.53 m2	$48 \text{ m}^2 / 66.53 \text{ m}^2 = 0.72 = 72\%$	Traslado de MP a área de Producción	16.3 m	5.70 m	$16.3 \text{ m} / 5.70 \text{ m} = 2.86 = 286\%$
1	ALMACÉN PT	64 m2	75.6 m2	$64 \text{ m}^2 / 75.6 \text{ m}^2 = 0.84 = 84\%$	Transporte a almacén de Producto Terminado	24.1 m	6.18 m	$24.1 \text{ m} / 6.18 \text{ m} = 3.89 = 389\%$
					Retorno hacia área de Producción	24.1 m	6.18 m	$24.1 \text{ m} / 6.18 \text{ m} = 3.89 = 389\%$
TOTAL								

## Anexo N° 09 Instrumentos de medición para distribución de planta – Post

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN POST								
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA								
N° DE OBS	AREA	ESPACIO UTILIZADO ACTUAL	ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	<u>ESPACIO UTILIZADO ACTUAL</u> ESPACIO UTILIZADO PROPUESTO	OPERACIÓN	DISTANCIA RECORRID A ACTUAL	DISTANCIA RECORRID A PROPUESTA	<u>DISTANCIA RECORRID A ACTUAL</u> DISTANCIA RECORRID A PROPUESTA
2	ALMACÉN MP	55.2 m2	28 m2	$55.2 \text{ m}^2 / 28 \text{ m}^2 = 1.97 = 197\%$	Traslado a almacén de Materia Prima	12.50 m	11.77 m	$12.50 \text{ m} / 11.77 \text{ m} = 1.06 = 106\%$
2	PRODUCCIÓN	78.3 m2	66.53 m2	$78.3 \text{ m}^2 / 66.53 \text{ m}^2 = 1.18 = 118\%$	Traslado de MP a área de Producción	13.50 m	5.70 m	$13.50 \text{ m} / 5.70 \text{ m} = 2.36 = 236\%$
2	ALMACÉN PT	113.9 m2	75.6 m2	$113.9 \text{ m}^2 / 75.6 \text{ m}^2 = 1.51 = 151\%$	Transporte a almacén de Producto Terminado	8 m	6.18 m	$8 \text{ m} / 6.18 \text{ m} = 1.29 = 129\%$
					Retorno hacia área de Producción	8 m	6.18 m	$8 \text{ m} / 6.18 \text{ m} = 1.29 = 129\%$
TOTAL								



## Anexo N° 10: Instrumentos de medición para productividad

[illegible]

## Anexo N° 11: Certificado de validez del Instrumento 2



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Horas Hombre Actual / Horas Hombre Estimadas	✓		✓		✓		
2								
3								
4								
5								
6								
	<b>DIMENSIÓN 2: EFICACIA</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
7	Unidades Programadas / Unidades Producidas	✓		✓		✓		
8								
9								
10								
11								
12								
	<b>DIMENSIÓN 3</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
13								
14								
15								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable ☒    Aplicable después de corregir ☐    No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador: D<sup>r</sup>/ Mg: Jorge Malpartida G.    DNI: 10400346

Especialidad del validador: Ing. Industrial.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

13 de 11 del 2016

Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PRODUCTIVIDAD**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA</b>							
2	<i>Horas Hombre Actual / Horas Hombre Estimadas</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3								
4								
5								
6								
7	<b>DIMENSIÓN 2: EFICACIA</b>							
8	<i>Unidades Programadas / Unidades Producidas</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9								
10								
11								
12								
13	<b>DIMENSIÓN 3</b>							
14								
15								
16								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

SI HAY

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable ☒

Aplicable después de corregir [ ]

No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

Leonilda Rivas R

DNI:

08639346

Especialidad del validador:

Ing. Industrial, MBA, Dr.

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

05 de 11 del 2016

[Firma]  
Firma del Experto Informante.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PRODUCTIVIDAD**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Horas Hombre Actual / Horas Hombre Estimadas	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								
	<b>DIMENSIÓN 2: EFICACIA</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
7	Unidades Programadas / Unidades Producidas	/		/		/		
8								
9								
10								
11								
12								
	<b>DIMENSIÓN 3</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
13								
14								
15								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable ☒    Aplicable después de corregir ☐    No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/Mg: Maritza Chirinos Morroguín    DNI: 42796064

Especialidad del validador: Ing. Industrial

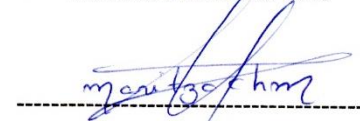
<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

03 de Nov del 2016



Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: PRODUCTIVIDAD**

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
	<b>DIMENSIÓN 1: EFICIENCIA</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Horas Hombre Actual / Horas Hombre Estimadas	✓		✓		✓		
2								
3								
4								
5								
6								
	<b>DIMENSIÓN 2: EFICACIA</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
7	Unidades Programadas / Unidades Producidas	✓		✓		✓		
8								
9								
10								
11								
12								
	<b>DIMENSIÓN 3</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
13								
14								
15								
17								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable [✓]    Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Mansilla Garayar, José Alfredo    DNI: 21458050

Especialidad del validador: PMP - Máster en Gestión

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

04 de 11 del 2016

Dr. José A. Mansilla Garayar  
CODEP. N° 360

Firma del Experto Informante.

## Anexo N° 12 Instrumento para medición para productividad - Pre

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN							
MEJORA DE PRODUCTIVIDAD							
DÍAS - PRE	H - H Estimadas	H - H Reales	<u>H - H reales</u> H - H Estimadas EFICIENCIA	UND PROGRAMADAS	UND PRODUCIDAS	<u>UND PRODUCIDAS</u> UND PROGRAMADAS EFICACIA	EFICIENCIA x EFICACIA PRODUCTIVIDAD
1	12	9.89	0.82	79750	43000	0.54	44%
2	12	9.83	0.82	79750	46000	0.58	47%
3	12	8.80	0.73	79750	42000	0.53	39%
4	12	9.45	0.79	79750	45000	0.56	44%
5	12	8.61	0.72	79750	40000	0.50	36%
6	12	6.60	0.55	79750	30000	0.38	21%
7	12	7.49	0.62	79750	35000	0.44	27%
8	12	9.33	0.78	79750	45000	0.56	44%
9	12	9.56	0.80	79750	44000	0.55	44%
10	12	10.36	0.86	79750	48000	0.60	52%
11	12	9.52	0.79	79750	44000	0.55	44%
12	12	9.74	0.81	79750	46000	0.58	47%
13	12	10.36	0.86	79750	48000	0.60	52%
14	12	9.96	0.83	79750	45000	0.56	47%
15	12	8.63	0.72	79750	40000	0.50	36%
16	12	8.62	0.72	79750	42000	0.53	38%
17	12	10.52	0.88	79750	48000	0.60	53%
18	12	10.60	0.88	79750	46000	0.58	51%
19	12	11.30	0.94	79750	49000	0.61	58%
20	12	9.82	0.82	79750	45000	0.56	46%
21	12	8.79	0.73	79750	40000	0.50	37%
22	12	8.47	0.71	79750	38000	0.48	34%
23	12	9.85	0.82	79750	45000	0.56	46%
24	12	10.67	0.89	79750	47000	0.59	52%
25	12	9.80	0.82	79750	43000	0.54	44%
26	12	9.92	0.83	79750	45000	0.56	47%
27	12	9.39	0.78	79750	43000	0.54	42%
28	12	10.20	0.85	79750	46000	0.58	49%
29	12	10.41	0.87	79750	48000	0.60	52%
30	12	9.68	0.81	79750	43000	0.54	44%
31	12	9.32	0.78	79750	42000	0.53	41%
32	12	8.48	0.71	79750	38000	0.48	34%
33	12	9.62	0.80	79750	43000	0.54	43%
34	12	10.37	0.86	79750	46000	0.58	50%
35	12	9.75	0.81	79750	45000	0.56	46%
36	12	9.09	0.76	79750	43000	0.54	41%
37	12	10.56	0.88	79750	46000	0.58	51%
38	12	10.29	0.86	79750	48000	0.60	52%
39	12	10.76	0.90	79750	49000	0.61	55%
40	12	9.99	0.83	79750	44000	0.55	46%
41	12	9.45	0.79	79750	45000	0.56	44%
42	12	10.71	0.89	79750	47000	0.59	53%
43	12	10.05	0.84	79750	46000	0.58	48%
44	12	9.30	0.77	79750	43000	0.54	42%
45	12	9.92	0.83	79750	44000	0.55	46%

## Anexo N° 13 Instrumento para medición para productividad - Post

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN							
MEJORA DE PRODUCTIVIDAD							
DÍAS - POST	H - H Estimadas	H - H Reales	<u>H - H reales</u> H - H Estimadas EFICIENCIA	UND PROGRAMADAS	UND PRODUCIDAS	<u>UND PRODUCIDAS</u> UND PROGRAMADAS EFICACIA	EFICIENCIA x EFICACIA PRODUCTIVIDAD
1	12	9.57	0.80	79750	56000	0.70	56%
2	12	10.13	0.84	79750	59000	0.74	62%
3	12	9.33	0.78	79750	55000	0.69	54%
4	12	9.86	0.82	79750	58000	0.73	60%
5	12	9.00	0.75	79750	53000	0.66	50%
6	12	7.56	0.63	79750	43000	0.54	34%
7	12	8.25	0.69	79750	48000	0.60	41%
8	12	9.80	0.82	79750	58000	0.73	59%
9	12	9.64	0.80	79750	57000	0.71	57%
10	12	10.37	0.86	79750	61000	0.76	66%
11	12	9.60	0.80	79750	57000	0.71	57%
12	12	10.08	0.84	79750	59000	0.74	62%
13	12	10.49	0.87	79750	61000	0.76	67%
14	12	10.09	0.84	79750	58000	0.73	61%
15	12	9.15	0.76	79750	53000	0.66	51%
16	12	9.33	0.78	79750	55000	0.69	54%
17	12	10.26	0.85	79750	61000	0.76	65%
18	12	10.05	0.84	79750	59000	0.74	62%
19	12	10.61	0.88	79750	62000	0.78	69%
20	12	9.95	0.83	79750	58000	0.73	60%
21	12	9.11	0.76	79750	53000	0.66	50%
22	12	9.18	0.77	79750	51000	0.64	49%
23	12	9.71	0.81	79750	58000	0.73	59%
24	12	10.09	0.84	79750	60000	0.75	63%
25	12	9.42	0.78	79750	56000	0.70	55%
26	12	9.71	0.81	79750	58000	0.73	59%
27	12	9.58	0.80	79750	56000	0.70	56%
28	12	9.99	0.83	79750	59000	0.74	62%
29	12	10.36	0.86	79750	61000	0.76	66%
30	12	9.59	0.80	79750	56000	0.70	56%
31	12	9.45	0.79	79750	55000	0.69	54%
32	12	8.92	0.74	79750	51000	0.64	48%
33	12	9.54	0.80	79750	56000	0.70	56%
34	12	9.95	0.83	79750	59000	0.74	61%
35	12	9.88	0.82	79750	58000	0.73	60%
36	12	9.63	0.80	79750	56000	0.70	56%
37	12	9.99	0.83	79750	59000	0.74	62%
38	12	10.31	0.86	79750	61000	0.76	66%
39	12	10.48	0.87	79750	62000	0.78	68%
40	12	9.57	0.80	79750	57000	0.71	57%
41	12	9.95	0.83	79750	58000	0.73	60%
42	12	10.30	0.86	79750	60000	0.75	65%
43	12	10.00	0.83	79750	59000	0.74	62%
44	12	9.49	0.79	79750	56000	0.70	56%
45	12	9.71	0.81	79750	57000	0.71	58%



## Anexo N° 14 Evidencias Gráficas



ÁREA DE RECEPCIÓN Y  
DESPACHO ANTES DE LA  
MEJORA



ALMACÉN DE MATERIA  
PRIMA ANTES DE LA  
MEJORA



ÁREA DE PRODUCCIÓN  
ANTES DE LA MEJORA





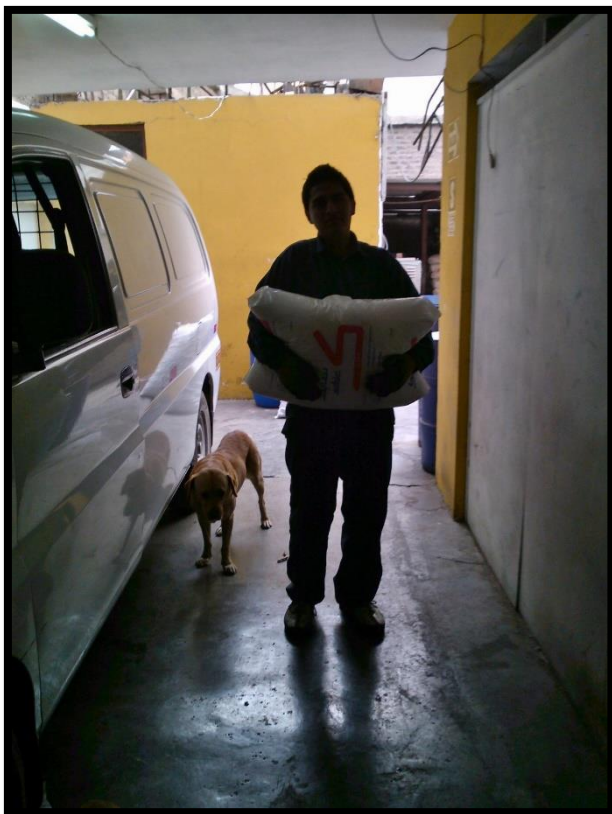
ÁREA DE PRODUCCIÓN  
ANTES DE LA MEJORA



ALMACÉN DE  
PRODUCTO TERMINADO  
ANTES DE LA MEJORA



ALMACÉN DE  
PRODUCTO TERMINADO  
ANTES DE LA MEJORA



ÁREA DE RECEPCIÓN DE  
MATERIA PRIMA  
DESPUÉS DE LA MEJORA



ÁREA DE PRODUCCIÓN  
DESPUÉS DE LA MEJORA



ÁREA DE PRODUCCIÓN  
DESPUÉS DE LA MEJORA



ALMACÉN DE  
PRODUCTO TERMINADO  
DESPUÉS DE LA MEJORA



ÁREA DE DESPACHO  
DESPUÉS DE LA MEJORA

